

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

**EXPLOTACIÓN DE ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE
EN ENTORNOS EDUCATIVOS ONLINE**

Laura García Alcázar
Tutor: Ruth Cobos Pérez

JULIO 2015

EXPLOTACIÓN DE ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE EN ENTORNOS EDUCATIVOS ONLINE

AUTOR: Laura García Alcázar

TUTOR: Ruth Cobos Pérez

Dpto. de Ingeniería Informática

Escuela Politécnica Superior

Universidad Autónoma de Madrid

Julio de 2015

Resumen

Como consecuencia de los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que se producen día a día, los métodos de comunicación se encuentran en continuo cambio. Fomentar el empleo de las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje se ha convertido en una meta en las instituciones educativas.

Uno de los principales objetivos de la integración de los tradicionales métodos educativos con la tecnología, es la mejora de la calidad de la enseñanza en cursos con gran participación, también llamados cursos masivos en línea (más conocidos como *MOOCs*, *Massive Open Online Courses*). El papel de los docentes está cobrando mucha importancia en estos nuevos entornos educativos. Los docentes centran sus esfuerzos en diseñar actividades de aprendizaje en línea, pero además se necesitan herramientas que les ayuden a medir las consecuencias de sus acciones, así como evaluar las actuaciones de sus estudiantes y estimar el nivel de mejora que se ha logrado en el aprendizaje.

El presente trabajo de fin de grado propone el diseño y desarrollo de una herramienta que facilita un cuadro de mando educativo basado en analíticas de aprendizaje (más conocidas como *Learning Analytics*), que mediante una interfaz clara y sencilla presente la información generada en los cursos tanto a instructores como a administradores, de tal forma que puedan identificar qué formato de curso recibe mejor captación en este entorno y realizar un seguimiento de la trayectoria académica de los estudiantes a través del tiempo.

Se han elaborado cursos de prueba en la plataforma Open edX [1], con el objetivo de obtener una visión general de su estructura, y sobre los que se han realizado las pruebas de las primeras fases de la herramienta propuesta. Para la pruebas de aceptación se han mantenido entrevistas con miembros de la oficina UAMx [2] y profesores de la Universidad Autónoma de Madrid [3]. Estas pruebas se han realizado por tanto en un entorno real, con usuarios administradores e instructores de los *MOOCs* propuestos por la Universidad en la plataforma edX [4].

Palabras clave: cuadro de mando, Analíticas de Aprendizaje, visualización de información, curso en línea masivo y abierto (COMA, en inglés *MOOC*), indicadores.

Abstract

As a result of the continuous advances in the field of Information and Communication Technologies (ICTs) that occur day to day, the methods of communication are undergoing an ever-changing process. Promoting the use of technologies in the teaching and learning processes has become the focal point of discussions by educational institutions.

One of the main objectives of the integration of the traditional education methods with technology is the enhancement of the quality of teaching in courses with a large number of participants, also called massive open online courses (known as *MOOCs*). The role played by teachers is becoming very important in these new educational environments. Teachers do their best, in order to design on-line learning activities, but they also need a kit of tools that helps them to gauge the consequences of their actions, and to assess their students' progress and evaluate the level of improvement achieved in the learning process.

This document proposes the design and development of a tool that provides a learning dashboard based on Learning Analytics, which, through a clear and simple interface, may present information generated in the courses to instructors and administrators, in order to identify which course format gets better uptake in this environment and track the academic records of students over time.

Test courses have been developed in the Open edX platform [1], in order to obtain an overview of its structure. For the acceptance tests, the team has conducted interviews with the members of the UAMx office [2] and professors of the *Universidad Autónoma de Madrid* [3]. Therefore, these tests have been performed in a real environment with administrator users and instructors of *MOOCs* proposed by the university in the edX platform.

Keywords: learning dashboard, Learning Analytics, data visualization, Massive Open Online Course (*MOOC*), indicators.

Índice de contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Motivación	1
1.2.	Objetivos.....	2
1.3.	Ciclo de vida	3
1.4.	Estructura del documento	4
2.	Estado del arte	5
2.1.	Análisis del contexto.....	5
2.1.1.	Entornos de aprendizaje.....	5
2.1.2.	Analíticas de aprendizaje (<i>Learning Analytics</i>).....	7
2.1.3.	Cuadros de mando	7
2.1.4.	Trabajo relacionado	8
2.2.	Estudio de alternativas tecnológicas	10
2.2.1.	Base de datos	10
2.2.2.	Desarrollo web.....	14
2.2.3.	Librería de gráficos.....	16
2.3.	Tecnologías a utilizar	20
2.3.1.	Base de datos	20
2.3.2.	Desarrollo web.....	21
2.3.3.	Librería de gráficos.....	24
2.3.4.	Entorno de desarrollo.....	25
3.	Análisis de requisitos.....	27
3.1.	Requisitos funcionales: modelo de casos de uso	27
3.1.1.	Actores del sistema.....	28
3.1.2.	Casos de uso del sistema	28
3.1.3.	Diagrama de casos de uso del sistema.....	37
3.2.	Requisitos no funcionales	39
4.	Diseño.....	41
4.1.	Arquitectura lógica	41
4.1.1.	Capa de presentación	42

4.1.2.	Capa de negocio.....	42
4.1.3.	Capa de datos.....	42
4.2.	Modelo de datos.....	43
5.	Desarrollo	47
5.1.	Estructura de ficheros por capas	47
5.1.1.	Capa de presentación	47
5.1.2.	Capa de negocio.....	49
5.1.3.	Capa de datos.....	50
5.2.	Procedimiento de analíticas de aprendizaje	51
5.3.	Descripción de procesos	52
5.3.1.	Módulo general.....	52
5.3.2.	Módulo de gestión de cursos	54
5.3.3.	Módulo de gestión de gráficos.....	55
6.	Pruebas y resultados	59
6.1.	Pruebas.....	59
6.1.1.	Pruebas unitarias.....	60
6.1.2.	Pruebas de integración.....	62
6.1.3.	Pruebas de sistema.....	63
6.1.4.	Pruebas de validación	63
6.1.5.	Pruebas de aceptación.....	64
6.2.	Resultados.....	66
7.	Conclusiones.....	69
7.1.	Experiencia personal.....	70
8.	Trabajo futuro	71
	Referencias	73
	Bibliografía.....	77
	Anexos.....	I
	A Introducción a la herramienta Open-DLAs.....	I
	B Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs.....	V
	C Encuesta de usabilidad y de evaluación del servicio.....	XXIII
	D Resultados de la encuesta.....	XXVII

Índice de tablas

Tabla 1: Comparativa de librerías gráficas JavaScript. [35]	19
Tabla 2: Capas de desarrollo web en el lado cliente.....	22
Tabla 3: Actores del sistema.....	28
Tabla 4: CU-001: Registrarse en el sistema	29
Tabla 5: CU-002 Acceder al sistema.....	30
Tabla 6: CU-003 Abandonar el sistema	30
Tabla 7: CU-004: Modificar la configuración personal	31
Tabla 8: CU-005 Actualizar el listado de cursos y el curso por defecto	32
Tabla 9: CU-006 Seleccionar un curso a través del listado	32
Tabla 10: CU-007 Seleccionar un curso a través de la barra de búsqueda.....	33
Tabla 11: CU-008 Acceder a la encuesta de satisfacción de un curso	33
Tabla 12: CU-009 Redistribuir los gráficos	34
Tabla 13: CU-010 Mostrar y ocultar el contenido de los gráficos	34
Tabla 14: CU-011 Ampliar y desplazarse en un gráfico	35
Tabla 15: CU-012 Cambiar el tipo de gráfico	35
Tabla 16: CU-013 Cambiar la unidad de tiempo de un gráfico.....	35
Tabla 17: CU-014 Seleccionar el rango de fechas de un gráfico	36
Tabla 18: CU-015 Exportar un gráfico.....	36
Tabla 19: CU-016 Mostrar información de un gráfico.....	36
Tabla 20: CU-017 Mostrar media y acumulado de los cursos seleccionados	37
Tabla 21: Requisitos no funcionales de la herramienta.....	39

Índice de figuras

Figura 1: Ciclo de vida iterativo e incremental	3
Figura 2: Aplicación de analíticas a experiencias de aprendizaje colaborativo. Ejemplo gráfico.....	8
Figura 3: ANALYSE. Ejemplo gráfico 1	9
Figura 4: ANALYSE. Ejemplo gráfico 2	9
Figura 5: Learning Analytics in Adobe Presenter 9. Ejemplo gráfico	10
Figura 6: Diagrama de casos de uso. Módulo general.....	37
Figura 7: Diagrama de casos de uso. Módulo de gestión de cursos	38
Figura 8: Diagrama de casos de uso. Módulo de gestión de gráficos	38
Figura 9: Arquitectura por capas de la aplicación	41
Figura 10: Modelo de datos de la aplicación.....	43
Figura 11: Diagrama de caja negra del procedimiento de analíticas de aprendizaje estudiado en el proyecto	51

Anexo B Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs

<i>Figura 12: Acceso al sistema</i>	V
<i>Figura 13: Pantalla inicial</i>	VI
<i>Figura 14: Ventana gráfica</i>	VI
<i>Figura 15: Acceso al enlace ‘Configuración’ de la barra lateral</i>	VII
<i>Figura 16: Actualización de cursos en la barra lateral</i>	VIII
<i>Figura 17: Regreso a la pantalla inicial</i>	VIII
<i>Figura 18: Cambios en la selección de cursos</i>	IX
<i>Figura 19: Mostrar selector de fechas</i>	IX
<i>Figura 20: Selección de mes en fecha de inicio</i>	X
<i>Figura 21: Selección de día en fecha de inicio</i>	X
<i>Figura 22: Selección de fecha final</i>	XI
<i>Figura 23: Selección de rango de fechas</i>	XI
<i>Figura 24: Información existente entre el 23-03-2015 y el 02-06-2015</i>	XII
<i>Figura 25: Eliminación de rango de fechas</i>	XII
<i>Figura 26: Selección de unidad de tiempo del gráfico</i>	XIII
<i>Figura 27: Gráfico por día</i>	XIII
<i>Figura 28: Selección de tipo de gráfico</i>	XIV
<i>Figura 29: Gráfico de barras</i>	XIV
<i>Figura 30: Selección de menú desplegable de exportación de un gráfico</i>	XV
<i>Figura 31: Selección de formato de exportación</i>	XV
<i>Figura 32: Selección de área a ampliar</i>	XVI
<i>Figura 33: Ampliación del área seleccionada</i>	XVI
<i>Figura 34: Acceso a la encuesta de satisfacción de un curso</i>	XVII
<i>Figura 35: Acceso a la encuesta de satisfacción del curso. Resultados.</i>	XVIII
<i>Figura 36: Acceso a la encuesta de satisfacción del curso. Mensaje de error.</i>	XVIII
<i>Figura 37: Información de gráfico</i>	XIX
<i>Figura 38: Cursor sobre cabecera de un gráfico</i>	XIX
<i>Figura 39: Desplazamiento del gráfico 1 de 2</i>	XX
<i>Figura 40: Desplazamiento del gráfico 2 de 2</i>	XX
<i>Figura 41: Actualización de la disposición de las ventanas gráficas</i>	XX
<i>Figura 42: Información sobre media de los cursos en un día</i>	XXI
<i>Figura 43: Información sobre suma de los cursos en un día</i>	XXI
<i>Figura 44: Abandono del sistema. Mensaje de confirmación</i>	XXII

Glosario

ACID: *Atomicidad, Consistencia, Aislamiento, Durabilidad.* Características de los parámetros que permiten clasificar las transacciones de los sistemas de gestión de bases de datos.

AJAX: *Asynchronous JavaScript And XML.* Técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas.

API: *Application Programming Interface.* Interfaz de programación de aplicaciones.

ASP: *Active Server Pages.* Tecnología de Microsoft para la creación de páginas web dinámicas.

BSD, Licencia: *Berkeley Software Distribution.* Licencia de software libre permisiva, que permite el uso del código fuente en software no libre.

CSS: *Cascading Style Sheets.* Hojas de estilo en cascada. Lenguaje usado para definir y crear la presentación en un documento estructurado escrito en HTML o XML.

DOM: *Document Object Model.* Estándar diseñado por W3C para evitar incompatibilidades

e-learning: *electronic learning.* Educación a distancia virtualizada a través de canales electrónicos.

HTML: *HyperText Markup Language.* Lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web.

JS: *JavaScript.* Lenguaje de programación interpretado, orientado a objetos.

JSON: *JavaScript Object Notation.* Formato ligero para el intercambio de datos.

JSP: *JavaServer Pages.* Tecnología orientada a la creación de páginas web dinámicas.

MOOC: *Massive Open Online Course.* Modalidad de educación abierta cuya filosofía es la liberación del conocimiento para que éste llegue a un público más amplio.

NoSQL: *Not Only SQL.* Amplia clase de sistemas de gestión de bases de datos que difieren del modelo clásico del sistema de gestión de bases de datos relacionales.

PGDG: *PostgreSQL Global Development Group*. Comunidad de desarrolladores que dirige el desarrollo de PostgreSQL.

PHP: *Hypertext Pre-processor*. Lenguaje de programación originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico.

RAM: *Random-Access Memory*. Memoria de acceso aleatorio.

RWD: *Responsive Web Design*. Diseño web adaptativo. Filosofía de diseño y desarrollo cuyo objetivo es adaptar la apariencia de las páginas web al dispositivo que se esté utilizando para visualizarla.

SPOC: *Small Private Online Courses*. Modalidad de educación en línea utilizada a nivel local con los estudiantes en el campus universitario.

TIC: *Tecnologías de la Información y la Comunicación*.

URL: *Uniform Resource Locator*. Localizador de recursos uniforme.

W3C: *World Wide Web Consortium*. Consorcio internacional que produce recomendaciones para la World Wide Web.

XML: *eXtensible Markup Language*. Lenguaje de marcas extensible.

1. Introducción

En esta sección se expone la motivación previa que permite focalizar la temática de este proyecto. También se detallan una serie de objetivos a cumplir en forma de hitos durante las diferentes fases del trabajo que van a ser explicadas dentro de un marco de ciclo de vida iterativo e incremental. Por último se da a conocer la estructura del documento de manera que se tenga una idea clara de los temas a abordar en cada punto.

1.1. Motivación

El avance tecnológico y de los sistemas de comunicación ha supuesto un progreso en la educación hacia nuevos paradigmas de enseñanza y aprendizaje. Como consecuencia, los procesos de aprendizaje están en continua evolución, apareciendo nuevos enfoques basados en medios virtuales y sociales.

Es por ello que la capacidad de capturar datos que representan el proceso de aprendizaje de los estudiantes que participan en una experiencia educativa online se ha incrementado vertiginosamente en los últimos años. El porcentaje de tareas que son mediadas por la tecnología es tan grande que se puede obtener un conjunto exhaustivo de observaciones de lo que un estudiante experimenta mientras participa en un curso.

Pero de nada sirve capturar datos si no se tiene la capacidad de analizarlos.

Con este objetivo surgen las Analíticas de Aprendizaje [5], una disciplina incipiente que pretende ayudar a los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje y proporcionarles herramientas que les faciliten la detección de conductas en los estudiantes, y que les permitan evaluar su progreso, cambiar de estrategia si es necesario y predecir su trayectoria académica.

Para guiar en la toma de decisiones, es interesante ligar el análisis con la visualización de la información a través de los llamados cuadros de mando, que proporcionan una visión de conjunto de los datos y ayudan a descubrir patrones y comportamientos ocultos gracias a la interacción con éstos.

Con la reciente incorporación de la Universidad Autónoma de Madrid [3] al consorcio edX [4] para difundir a través de esta plataforma sus cursos *MOOC*, se plantea la necesidad de diseñar un cuadro de mando que explote las analíticas de aprendizaje y que oriente al profesor en el proceso de descubrir qué formato de curso recibe mejor captación en este entorno.

1.2. Objetivos

El presente trabajo tiene por objeto diseñar una versión inicial de un sistema abierto de cuadro de mando (Open-DLAs, *A Open Dashboard for Learning Analytics*), que ayude en la gestión de analíticas de aprendizaje, mediante la visualización de una serie de indicadores dado un perfil de entrada. Más específicamente, los objetivos del trabajo son:

1. Analizar las características de los *MOOC*, así como la estructura que presentan en la plataforma Open edX [1].
2. Estudiar los usos y beneficios de las analíticas de aprendizaje.
3. Investigar las propuestas de cuadros de mando ya existentes, para determinar sus ventajas e inconvenientes y decidir el formato más lógico e intuitivo y que mejor se adapta al problema que se presenta.
4. Diseñar y desarrollar un cuadro de mando que:
 - Muestre información de forma instantánea, y mediante una interfaz de usuario comprensible y sencilla, de las actividades desarrolladas por los usuarios en la plataforma *MOOC*, para así poder estudiar su trayectoria académica a través del tiempo.
 - Sirva de apoyo en la generación de informes o presentaciones.
 - Sea adaptativo al perfil, personalizable y se adapte a los gustos del usuario.
5. Integrar el sistema en el entorno en que se va a usar.
6. Evaluar la satisfacción de los usuarios acerca del sistema desarrollado.
7. Realizar un estudio posterior acerca de las mejoras a efectuar en una posible futura versión de la consola.

1.3. Ciclo de vida

Con el fin de garantizar el éxito de un proyecto software, es necesario definir las fases por las que éste pasa desde su inicio hasta su retirada, es decir, su ciclo de vida.

Al no estar completamente definido el proyecto desde el primer momento, no podía seguirse un modelo que congelase los requisitos en la primera etapa. Por ello, ha sido necesario seguir un modelo de **ciclo de vida iterativo e incremental**, que supone la iteración de varios ciclos de vida en cascada. De esta forma, al final de cada una de las iteraciones se obtiene una versión funcional, se especifican requisitos nuevamente y comienza así de nuevo el proceso.

En la *Figura 1* se muestran las fases del ciclo de vida desarrolladas en el proyecto:

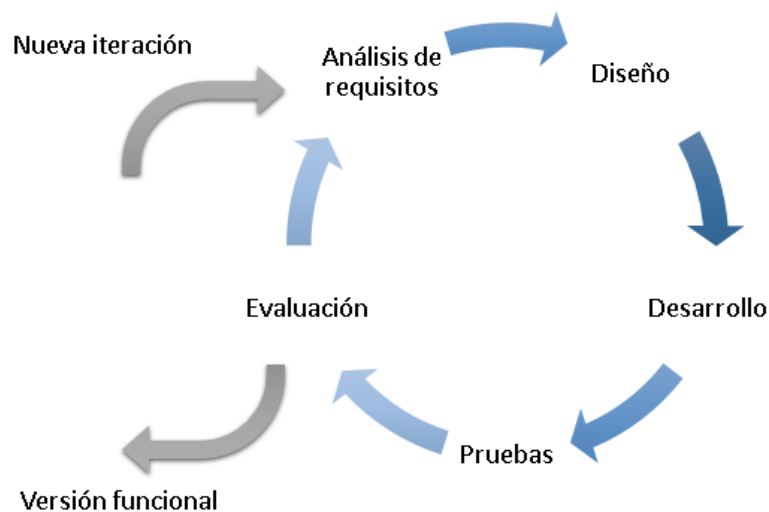


Figura 1: Ciclo de vida iterativo e incremental

1.4. Estructura del documento

En este **primer capítulo** se ha realizado una breve introducción al trabajo desarrollado, exponiendo las motivaciones y los principales objetivos del mismo, así como el ciclo de vida seguido para desarrollarlo con éxito.

Atendiendo a los pasos del ciclo de vida, el trabajo se estructura de la siguiente manera:

- En el **capítulo 2** se presenta el *Estado del arte*, donde se realiza un análisis del contexto, introduciendo los conceptos de entornos educativos online, analíticas de aprendizaje y cuadros de mando. También se realiza en este apartado un estudio de las alternativas tecnológicas implicadas en el proyecto, y una explicación de las tecnologías finalmente utilizadas.
- En el **capítulo 3** se detallan los *requisitos* funcionales y no funcionales del sistema, especificándose los primeros en forma de casos de uso.
- El **capítulo 4** se corresponde con el *diseño*, y es aquí donde se define la arquitectura lógica del sistema, así como su modelo de datos.
- En el **capítulo 5**, correspondiente con el *desarrollo*, se define la estructura del sistema y su funcionamiento.
- En el **capítulo 6** se detallan las pruebas realizadas.
- Por último, en los **capítulos 7 y 8** se presentan las conclusiones finales del trabajo y las propuestas para posteriores desarrollos.

Adicionalmente, se incluyen los siguientes anexos:

- **Anexo A. Introducción a la herramienta Open-DLAs**, con un breve tutorial en el que se proponen tres tareas a realizar y que han servido de guía a los usuarios encuestados para evaluar la utilidad de la herramienta.
- **Anexo B. Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs**, con una breve explicación de los pasos a seguir para realizar las distintas funciones desarrolladas en la herramienta.
- **Anexo C. Encuesta de usabilidad y de evaluación del servicio**, realizada a miembros de la oficina UAMx [2] y a profesores de la Universidad Autónoma de Madrid [3].
- **Anexo D. Resultados de la encuesta**, en forma de gráficos.

2. Estado del arte

En este capítulo se presenta un análisis de la tecnología actual aplicada al mundo del aprendizaje electrónico y *MOOC*, para después, detallar las alternativas tecnológicas estudiadas argumentando las que van a ser utilizadas durante la implementación de la aplicación.

2.1. Análisis del contexto

En este capítulo se realiza una introducción a los entornos educativos *online*, a las analíticas de aprendizaje, a los cuadros de mando y a alguno de los proyectos ya realizados en este área.

2.1.1. Entornos de aprendizaje

Se exponen a continuación los conceptos de aprendizaje electrónico y *MOOC*.

2.1.1.1. Aprendizaje electrónico (*e-learning*)

Se denomina aprendizaje electrónico o *e-learning* a una modalidad de educación a distancia llevada a cabo en entornos virtuales, es decir, a través de internet, y desarrollada mediante herramientas y mecanismos electrónicos. Para ello hace uso de las *TIC*, de manera que se permite la interacción del usuario con el material del curso mediante la utilización de diversas herramientas informáticas.

Este concepto educativo es una revolucionaria modalidad de capacitación que posibilitó Internet, y que hoy se posiciona como la forma predominante en este área. Este sistema ha transformado la educación, abriendo puertas al aprendizaje individual y organizacional. Es por ello que hoy en día está ocupando un lugar cada vez más destacado y reconocido dentro de las organizaciones empresariales y educativas. [6]

2.1.1.2. Curso en línea masivo y abierto (*MOOC*)

Los cursos en línea masivos y abiertos son una modalidad de educación abierta, que se ha convertido en un asunto candente para la comunidad educativa global, y cuya filosofía es la liberación del conocimiento para que este llegue a un público más amplio.

Para que la enseñanza a distancia pueda ser considerada *MOOC* debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Ser un curso:** debe contar con una estructura orientada al aprendizaje, que suele conllevar una serie de pruebas o de evaluaciones para acreditar el conocimiento adquirido.
- **Tener carácter masivo:** el número de posibles matriculados debe ser, en principio, ilimitado, o bien en una cantidad muy superior a la que podría contarse en un curso presencial.
- **En línea:** no se requiere asistencia al aula, pues el curso es a distancia, siendo Internet el principal medio de comunicación y acceso.
- **Abierto:** los materiales deben ser accesibles de forma gratuita en Internet.

En la actualidad existen dos corrientes bien diferenciadas:

- **cMOOCs**, cuya metodología es participativa y colaborativa.
- **xMOOCs**, no conectivistas, con una visión mucho más tradicional del conocimiento y del aprendizaje. Actualmente es ésta la versión vigente que se está impartiendo de los *MOOC*. [7] [8]

Actualmente se está llevando a cabo también una experiencia con otro tipo de *MOOC*: los llamados **SPOC** (*Small Private Online Courses*), que se utiliza a nivel local con los estudiantes en el campus. En [9] se explica cómo el uso de SPOCs y vídeos en la educación presencial puede aumentar la implicación y satisfacción de los estudiantes con el curso, reducir la tasa de abandono y mejorar los resultados académicos.

2.1.2. Analíticas de aprendizaje (*Learning Analytics*)

Las analíticas de aprendizaje consisten en la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los estudiantes, sus contextos y las interacciones que allí se generan, con el fin de comprender el proceso de aprendizaje que se está desarrollando y optimizar los entornos en los que se produce. [5]

El análisis de los datos procedentes del proceso de enseñanza-aprendizaje proporciona una fuente de retroalimentación de gran valor para los docentes, permitiéndoles adaptar contenidos y actividades en función de los problemas que los estudiantes muestren durante la formación, y así mejorar y ampliar sus aptitudes pedagógicas mediante el desarrollo de un proceso analítico reflexivo sobre sus propios contextos educativos.

Para guiar en la toma de decisiones, puede ser muy útil disponer de una **descripción visual de la información**, en forma de interfaces intuitivas que permitan interactuar con los datos, que muestren una visión general de éstos y que remedien la ‘conducción a ciegas’ que a menudo se da en los escenarios de educación online.

2.1.3. Cuadros de mando

Los cuadros de mando son herramientas que recogen y organizan de forma sintética y sistematizada la información relevante sobre la gestión, realización de actuaciones y el logro de objetivos, y la presentan de un modo claro, sencillo y útil para que pueda ser interpretada y analizada por los responsables y pueda ser usada en la toma de decisiones. [10]

La información presentada en un cuadro de mando consiste en un conjunto seleccionado de indicadores que pueden ser variables simples o combinaciones de variables, de tipo cuantitativo preferentemente, cuya medida sistemática a lo largo del tiempo proporciona la información deseada.

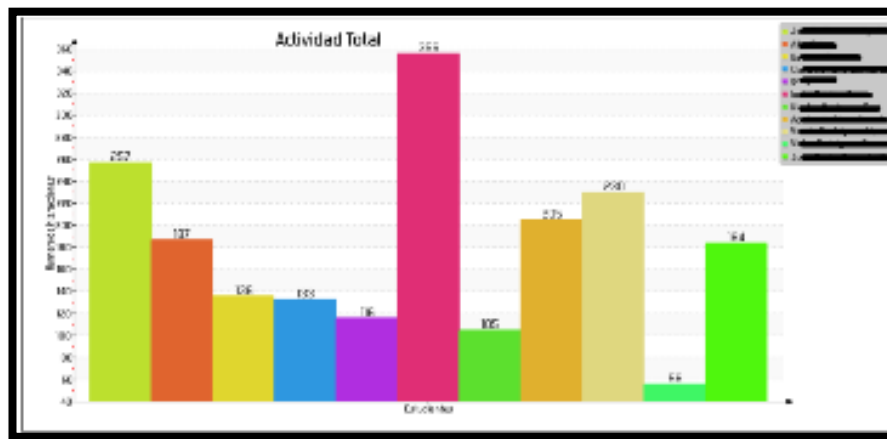
2.1.4.Trabajo relacionado

En una primera fase del proyecto, se realiza un trabajo previo de investigación sobre las herramientas ya desarrolladas en esta área y que pueden servir de motivación a la hora de desarrollar el sistema.

Aplicación de analíticas a experiencias de aprendizaje colaborativo [11]

Módulo de herramientas, incluido en un SMF (*Formato de curso Social Media*), que hace uso de Analíticas de Aprendizaje, con el objetivo de poner a disposición de los profesores mecanismos que les ayuden con el seguimiento, diagnóstico y evaluación de los estudiantes.

En la *Figura 2* se muestra un ejemplo gráfico obtenido de la herramienta:



*Figura 2: Aplicación de analíticas a experiencias de aprendizaje colaborativo.
Ejemplo gráfico*

ANALYSE: A new learning analytics functionality for Open edX [12]

Recién publicado y de momento para uso exclusivo de la Universidad Carlos III de Madrid, consiste en un módulo de análisis de aprendizaje para Open edX [1]. Se integra en la plataforma y transforma los datos de bajo nivel en indicadores útiles sobre el proceso de aprendizaje.

En la *Figura 3* y la *Figura 4* se muestran ejemplos de gráficos obtenidos de la herramienta:

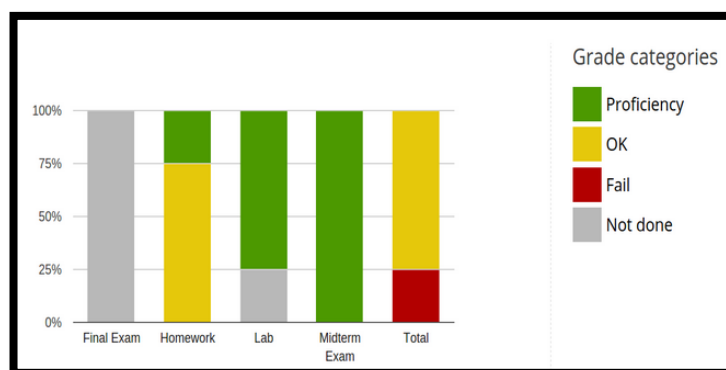


Figura 3: ANALYSE. Ejemplo gráfico 1

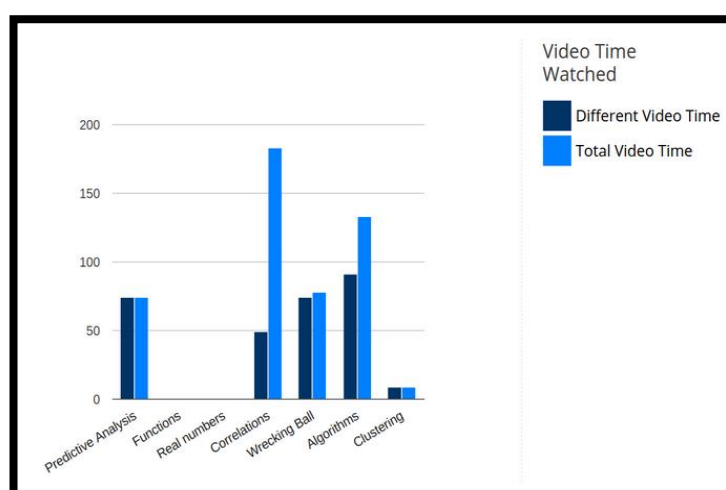


Figura 4: ANALYSE. Ejemplo gráfico 2

Learning Analytics in Adobe Presenter 9: Tips for Early Intervention [13]

Consiste en un cuadro de mando de análisis de aprendizaje que facilita a los instructores la detección de posibles problemas para que puedan intervenir rápidamente y mejorar las posibilidades de los estudiantes.

En la *Figura 5* se muestran ejemplos de gráficos obtenidos de la herramienta.



Figura 5: Learning Analytics in Adobe Presenter 9. Ejemplo gráfico

2.2. Estudio de alternativas tecnológicas

En este capítulo se realiza una breve comparativa de las alternativas tecnológicas que se han tenido en cuenta en el desarrollo del proyecto. Se propone una división de tecnologías en bases de datos, desarrollo web y librerías de visualización de gráficos.

2.2.1. Base de datos

En este capítulo se estudian dos modelos distintos de base de datos y se comparan los sistemas de gestión de bases de datos más utilizados que siguen esos modelos.

2.2.1.1. Modelo relacional (SQL)

Las bases de datos relacionales son aquellas que cumplen con el modelo relacional. Se componen de un conjunto de tablas que contienen datos divididos en categorías predefinidas, y entre los que se pueden establecer interconexiones o relaciones.

2.2.1.2. Sistemas de base de datos relacionales

A continuación se realiza una comparativa entre los sistemas de gestión de base de datos relacional más populares en desarrollo web: *MySQL* [14], *Oracle 11g* [15], *SQL Server* [16] y *PostgreSQL* [17].



Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario, desarrollado por *Sun Microsystems* [18]. Sin duda el sistema más usado en la implementación web, dada su gran rapidez, facilidad de uso y su perfecta integración con PHP.

Ventajas:

1. Facilidad de uso, además de contar con una gran cantidad de documentación disponible.
2. Gran velocidad al realizar las operaciones, lo que le convierte en uno de los gestores con mejor rendimiento.
3. Gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo, permitiendo su interacción con los lenguajes de programación web, y destacando su perfecta integración con PHP.
4. Facilidad de configuración e instalación: soporta gran variedad de *SO*.
5. Código libre para proyectos no privativos.

Desventajas:

1. Limitaciones conocidas.
2. Poco intuitivo.



Es la gran alternativa libre a *MySQL*, contando con un nivel de escalabilidad y versatilidad muy similar y destacando por su gran robustez. Desarrollado por la comunidad de desarrolladores *PGDG*.

Ventajas:

1. Cumplimiento ACID.
2. Altamente programable y ampliable.
3. Gran escalabilidad, siendo capaz de ajustarse al número de *CPUs* y a la cantidad de memoria que posea el sistema de manera óptima.
4. Eficacia, implementando el uso de *rollback's*, subconsultas y transacciones.
5. Código libre.

Desventajas:

1. Alto consumo de recursos, lo que le convierte en un sistema lento.
2. Tamaño limitado de registros.

ORACLE®

Es el sistema de gestión de base de datos relacional desarrollado por *Oracle Corporation*, considerado uno de los más completos.

Ventajas:

1. Cumplimiento *ACID*
2. Soporte de transacciones.
3. Soporte multiplataforma.
4. Estabilidad, escalabilidad, estandarización y consistencia.
5. Lenguaje de diseño muy completo: PL/SQL.

Desventajas:

1. De pago y con coste elevado.
2. Lenguaje complejo.



Es un sistema de gestión de base de datos basado en el modelo relacional y producido por *Microsoft*. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL.

Ventajas:

1. Cumplimiento *ACID*.

2. Soporte de transacciones y procedimientos almacenados.
3. Potente entorno gráfico de administración.
4. Herramientas de reporte.
5. Facilidad de instalación y manejo.

Desventajas:

1. De pago.
2. Funciona únicamente en la plataforma Windows.
3. Utiliza una enorme cantidad de memoria *RAM* para la instalación y utilización del software.

2.2.1.3. Modelo no relacional (NoSQL)

NoSQL es un término utilizado para describir un subconjunto de bases de datos que difiere en varios modos de bases de datos tradicionales. Las principales diferencias son: la ausencia de esquema en los registros de los datos, la escalabilidad horizontal sencilla y la alta velocidad. [19] [20]

2.2.1.4. Sistemas de base de datos no relacionales

A continuación se aporta una breve descripción de algunos de los sistemas de gestión de base de datos no relacionales: *MongoDB* [21], *CouchDB* [22] y *Cassandra* [23]. No se va a llevar a cabo una comparativa, puesto que, como se verá más adelante, la base de datos a utilizar en el proyecto se limita a la gestión de preferencias del usuario. No obstante, se considera interesante realizar una breve introducción a estas tecnologías, puesto que es en una base de datos no relacional donde se encuentran los datos de los que se va a partir en el desarrollo del proyecto.



Probablemente la base de datos NoSQL más famosa del momento. Es un sistema orientado a documentos y desarrollado bajo el concepto de código abierto. Guarda estructuras de datos en documentos tipo JSON con un esquema dinámico (*BSON*), haciendo que la integración de los datos en ciertas aplicaciones sea más fácil y rápida. [24]



Es la base de datos de Apache, de código abierto y orientada a documento. Emplea JSON para almacenar los datos, JavaScript como lenguaje de consulta por medio de MapReduce y HTTP como API.1 Una de sus características más peculiares es la facilidad con la que permite hacer replicasiones. [25]



Es base de datos NoSQL distribuida y basada en un modelo de almacenamiento de «clave-valor», de código abierto y escrita en Java. Desarrollada por Apache, permite grandes volúmenes de datos en forma distribuida. Su objetivo principal es la escalabilidad lineal y la disponibilidad. [26]

2.2.2.Desarrollo web

El desarrollo web hace referencia a la creación de sitios web para Internet o una intranet mediante tecnologías de software del lado del servidor y del cliente.

2.2.2.1. Desarrollo web en lado servidor (*back-end*)

Un lenguaje del lado del servidor es aquel que se ejecuta en el servidor web, justo antes de que se envíe la página a través de Internet al cliente. Los lenguajes de programación del lado servidor más utilizados en el desarrollo web son principalmente *Java (JSP)* [27], *ASP.NET* [28] y *PHP* [29] como se puede ver en [30].



JSP es un lenguaje desarrollado por la empresa *Sun Microsystems*, orientado al desarrollo de páginas web dinámicas en Java, y creado para ejecutarse del lado servidor (*back-end*).

Ventajas:

1. Lenguaje simple: Java posee una curva de aprendizaje muy baja.
2. Permite aprovechar la Programación Orientada a Objetos.
3. Plataforma libre.
4. Distribuido, seguro y dinámico.
5. Aunque para ejecutarlo se necesita instalar una máquina virtual de Java, existe máquina virtual para múltiples sistemas operativos.

Desventajas:

1. Para manejo a bajo nivel deben usarse métodos nativos, lo que limita la portabilidad.
2. Aunque proporciona un fácil acceso a bases de datos mediante JDBC, éste puede no existir para bases de datos poco comerciales.



ASP es una tecnología de *Microsoft* orientada al desarrollo de páginas web dinámicas, y creada para ejecutarse del lado servidor (*back-end*). Actualmente se ha presentado ya la segunda versión de ASP, el ASP.NET, que comprende algunas mejoras en cuanto a posibilidades del lenguaje y rapidez con la que funciona.

Ventajas:

1. Detecta el tipo de navegador utilizado por el cliente, determinando la versión de HTML que éste soporta.
2. Liviano.
3. Fácil modelo de programación.
4. Gran herramienta de soporte.
5. Herramienta potente, con multitud de *frameworks*.

Desventajas

1. Funciona únicamente en *Microsoft Windows*, pues requiere el servidor IIS.
2. Plataforma de pago.
3. Códigos extensos para funciones simples.



PHP es un lenguaje de programación de uso general, originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico y que se ejecuta en el lado del servidor (*back-end*).

Ventajas:

1. Curva de aprendizaje muy baja y amplia documentación: todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
2. Muy rápido
3. Multiplataforma: puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas. Soporta además una gran cantidad de bases de datos
4. Libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso
5. Código más fácil de mantener que el desarrollado en otros lenguajes

Desventajas:

1. La legibilidad del código puede verse afectada al mezclar sentencias HTML y PHP.
2. La programación orientada a objetos es aún muy deficiente para aplicaciones grandes.

2.2.3. Librería de gráficos

La elección de una librería de gráficos adecuada es fundamental en este proyecto, ya que constituye la base del cuadro de mando. Se ha llevado a cabo la selección de la biblioteca de gráficos teniendo en cuenta una serie de factores:

- **Compatibilidad con el navegador y los dispositivos.** Ya que la elección del navegador en el que visualizar los datos es únicamente del usuario, se necesita una biblioteca de gráficos que sea compatible con la mayoría de navegadores. Por otra parte, y aunque la herramienta está pensada para grandes visualizaciones en pantalla, se quiere garantizar una experiencia consistente a través de dispositivos de mano, por lo que la biblioteca de gráficos debe ser sensible a estos dispositivos.

- **Formato de entrada de datos.** Dado que se utiliza JSON como formato de intercambio de datos, como se indica *Comunicación entre cliente y servidor*, es de gran importancia el uso de una biblioteca gráfica que soporte y se integre bien con este formato.
- **Precio y términos de licencia.** Al ser un desarrollo para una organización sin ánimo de lucro, es preferible emplear una librería gratuita.
- **Tipos de gráfico disponibles.** La variedad de gráficos disponibles para visualizar es también un factor determinante en la elección de la librería. Aunque en este primer desarrollo se hace uso de un pequeño número de gráficas, es útil tener un gran repositorio que permita añadir nuevos gráficos a medida que se vaya mejorando y ampliando el proyecto.
- **Exportación.** La posibilidad de exportar los gráficos visualizados en la web, como imagen, PDF o como ficheros de excel, constituye un requisito de la aplicación, ya que además de ser una herramienta orientada al análisis de los resultados obtenidos, pretende servir de apoyo para la realización de informes o presentaciones.
- **Diseño e interactividad.** El diseño no es únicamente la apariencia de un gráfico. No sólo debe ser bueno en lo referente a temas y combinación de colores, sino que además tiene que tener una interactividad significativa. Se valora en este punto especialmente la interacción del gráfico con la leyenda, ya que destacan en la herramienta las gráficas comparativas.
- **Curva de aprendizaje:** Algunas bibliotecas de visualización de datos muy poderosas tienen una curva de aprendizaje empinada. Estas bibliotecas se recomiendan si se dispone de mucho tiempo para la experimentación. No obstante, existen bibliotecas también muy potentes que no requieren tanto tiempo de aprendizaje.

En la *Tabla 1*; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra una comparativa de cuatro librerías JavaScript destacadas según los factores anteriormente mencionados:

	Google Charts [31]	Charts.js [32]	D3.js [33]	Highcharts [34]
Compatibilidad con el navegador y los dispositivos	Compatible con todos los navegadores web y móviles modernos, ofreciendo además soporte a las versiones más antiguas de IE	Compatible con la mayoría de navegadores web y móviles modernos, ofreciendo también soporte a navegadores más antiguos como IE7/8	Compatible con todos los navegadores web modernos. Ofrece soporte para IE9+	Compatible con todos los navegadores modernos, incluyendo sus versiones móviles. Brinda también soporte a navegadores más antiguos como IE6
Formato de entrada de datos	JS API	JS API	JSON y XML	JSON
Precio y términos de licencia	Gratis para todos los usos	Libre bajo licencia MIT	BSD-3	Gratis para uso no comercial
Tipos de gráfico disponibles	13 tipos de gráfico	6 tipos de gráfico	Sin gráficos pre-construidos, pero con una biblioteca de más de 200 ejemplos	Más de 25 tipos de gráfico
Posibilidad de exportar gráficos como JPG, PNG o PDF	No	No	No	Sí, además de SVG, CSV y XLS
Diseño e interactividad	Bueno	Bueno	Excelente	Muy bueno
Curva de aprendizaje	Baja	Baja	Elevada	Baja

Tabla 1: Comparativa de librerías gráficas JavaScript. [35]

2.3. Tecnologías a utilizar

En este capítulo se expone la tecnología utilizada en el proyecto, y el motivo por el que se escoge frente al resto de alternativas.

2.3.1. Base de datos

Al comienzo del proyecto, cuando aún no estaba bien definida la idea a desarrollar, y considerando que el objetivo de la aplicación sería el de visualizar grandes volúmenes de información, se consideró que dicha información debería estar almacenada en una base de datos y que, para evitar problemas de alta escalabilidad, ésta debería seguir un modelo no relacional *NoSQL*.

Estos sistemas de bases de datos anteponen el rendimiento a la coherencia, en la que las bases de datos relacionales tradicionales dedican una gran cantidad de tiempo de proceso. Los sistemas *NoSQL* intentan atacar este problema proponiendo una estructura de almacenamiento más versátil, aunque sea a costa de perder ciertas funcionalidades. [35].

Tras replantear la idea, se pensó en limitar el uso de base de datos a la gestión de un sistema persistente de preferencias, y obtener los datos a visualizar a través de servicios que actuaran con independencia de la fuente de datos.

Bajo estas condiciones, finalmente se optó por emplear una **base de datos relacional**, ya que, olvidados los problemas de escalabilidad, se convierte en la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

Se descartan las opciones *SQLServer* y *Oracle*, ya que, a pesar de ser sistemas consolidados que vienen acompañados de una serie de herramientas de mantenimiento y productividad que aportan un gran valor añadido, son de pago y requieren una gran cantidad de memoria.

MySQL y *PostgreSQL*, en cambio, coinciden en que son ambos sistemas de código abierto, aunque *MySQL* se desarrolla en un esquema de licenciamiento dual, mientras que *PostgreSQL* está publicado bajo licencia *BSD*, más permisiva.

Por lo demás, tienen perspectivas diferentes: mientras que *PostgreSQL* se ha enfocado tradicionalmente en la fiabilidad, integridad de datos y características integradas orientadas al desarrollador, *MySQL* se ha dirigido hacia las aplicaciones web de lectura, usualmente escritas en *PHP*, donde la principal preocupación es la optimización de consultas sencillas.

Su conectividad, velocidad, rendimiento y seguridad, además de su perfecta integración con *PHP*, hacen de *MySQL* un sistema altamente apropiado para acceder a bases de datos en Internet y servir páginas web con contenido dinámico. Para este proyecto en el que la velocidad y el rendimiento es algo primordial, *MySQL* es la alternativa elegida.

2.3.2. Desarrollo web

Se exponen en este capítulo las tecnologías utilizadas en el lado servidor, lado cliente y en la comunicación entre cliente y servidor.

2.3.2.1. Lado servidor (*back-end*)

Su baja curva de aprendizaje, gran soporte, flexibilidad, alto rendimiento y potencia han sido factores muy relevantes a la hora de elegir el lenguaje *PHP* para el desarrollo del proyecto.

No obstante, los factores realmente determinantes han sido su perfecta integración con el sistema de base de datos *MySQL* y la facilidad de poder desplegar el proyecto en el servidor *Apache* [36]. Este punto es importante, ya que Apache es el servidor instalado en la máquina en la que finalmente se ha desplegado la aplicación, y además hace muy sencillo el poder realizar pruebas locales en el ordenador personal. [37]

2.3.2.2. Lado cliente (*front-end*)

Front-end hace referencia a la parte del desarrollo web que interactúa con los usuarios, empleando para ello un lenguaje que se ejecuta en el cliente, generalmente en el contexto del navegador web.

Se pueden distinguir **tres capas de desarrollo**, como se muestra en la

Tabla 2:

Capa de desarrollo	Lenguaje utilizado
Comportamiento	JavaScript
Presentación	CSS
Estructura y contenido	HTML

Tabla 2: Capas de desarrollo web en el lado cliente

En el concepto de diseño por capas no encontramos en primer lugar con la **capa estructural**, la base sobre la que se aplican el resto de capas. Sigue a continuación la **capa de presentación**, que proporciona las instrucciones sobre el aspecto del documento. Existe además una tercera capa, **la capa de comportamiento**, donde a través del *scripting* y la programación se añade interactividad y efectos dinámicos.

- **Capa de estructura y contenido.** Es la capa donde se definen los diferentes bloques que componen la página y el contenido que se presenta. La tecnología utilizada en esta capa para el desarrollo del proyecto es *HTML*.



Es el lenguaje de marcado que se emplea para la elaboración de páginas web. Es un estándar a cargo de la W3C [38] que sirve de referencia para el desarrollo de páginas web en sus diferentes versiones, y define una estructura básica y un código para la especificación de contenido y estructura de una página web.

- **Capa de presentación.** Es la capa donde se diseña la apariencia visual y la distribución de los bloques estructurales y de los contenidos. La tecnología utilizada en esta capa para el desarrollo del proyecto es *CSS*.



Es un lenguaje usado para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en *HTML*. El W3C es el encargado de formular la especificación de las hojas de estilo que servirán de estándar para los agentes de usuario o navegadores.

- **Capa de comportamiento.** Es la capa donde se programa cómo debe reaccionar la página frente a las acciones del usuario. La tecnología utilizada en esta capa para el desarrollo del proyecto es *JS*.



Es un lenguaje de programación interpretado del lado cliente, ya que se ejecuta en el navegador web y es éste el que soporta la carga de procesamiento. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del *DOM*.



Es una biblioteca de *JS*, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos *HTML*, manipular el árbol *DOM*, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica *AJAX* a páginas web.

B **Bootstrap** Con el objetivo de adaptar la apariencia de la página web al dispositivo que se esté utilizando, lo que se conoce como *RWD*, se ha utilizado el *framework* Twitter Bootstrap [39], un conjunto de herramientas de software libre que contiene plantillas de diseño basado en *HTML* y *CSS*, así como, extensiones de *JS*. Como fuente de iconos se ha utilizado *Font Awesome* [40], diseñada por Bootstrap.

2.3.2.3. Comunicación entre cliente y servidor



Para integrar la programación cliente con la programación servidor se ha hecho uso de la tecnología *AJAX*.

El proceso asíncrono de *AJAX* se ejecuta en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios, mientras se mantiene la comunicación asíncrona e interactiva con el servidor en segundo plano sin interferir con la visualización ni el comportamiento de la página. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, mejorando la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

JS es el lenguaje en el que normalmente se efectúan las funciones de llamada de *AJAX*, mientras que el acceso a los datos se realiza mediante *XMLHttpRequest*, objeto disponible en los navegadores actuales. En cualquier caso, no es necesario que el contenido asíncrono esté formateado en *XML*. De hecho, en este proyecto, para intercambiar los datos que se deben visualizar en los gráficos se recibe la respuesta del servidor en formato *JSON*. [41]

{JSON}

Es un formato ligero para el intercambio de datos. Su simplicidad ha dado lugar a la generalización de su uso, especialmente como alternativa a *XML* en *AJAX*.

2.3.3. Librería de gráficos

Se exponen a continuación las conclusiones obtenidas de la comparativa de las cuatro librerías *JS* mostrada en la *Tabla 1*.

Atendiendo al factor de **compatibilidad con el navegador y dispositivos**, cualquiera de las librerías es válida, señalando que *D3.js* no es compatible con versiones antiguas de *IE*. Si se tiene en cuenta el **formato de entrada de datos**, nuevamente las cuatro librerías cumplen el factor, y lo mismo ocurre con el **precio y términos de licencia**, aunque cabe destacar que en el caso de *Google Charts*, *Google* recoge y almacena los datos que se visualizan a través de su herramienta.

Por otra parte, si se atiende al **tipo de gráficos disponibles**, destacan positivamente las librerías *D3.js* y *Highcharts*, que presentan una gran variedad de visualizaciones diferentes. Respecto a la **exportación**, *Highcharts* destaca por encima de las otras tres librerías, pues permite obtener los gráficos en distintos formatos.

En el **diseño y la interactividad**, sobresale claramente la librería *D3.js*, que proporciona gran control y personalización de la visualización, además de ser altamente flexible, pero que, en cambio, presenta una **curva de aprendizaje** empinada, y ofrece resultados complejos para un desarrollo que, en principio, no requiere visualizaciones no estándar.

En conclusión, las cuatro librerías son parecidas y muy útiles, pero por su combinación de compatibilidad, variedad, flexibilidad y facilidad de uso, además de ser visualmente muy atractiva y estar muy bien documentada, se elige finalmente la librería **Highcharts**. Se destaca, además, que es una herramienta que se conocía y se había usado con anterioridad, y, aunque se han buscado posibles alternativas, desde un principio se tenía claro que era una herramienta adecuada para el desarrollo del proyecto.

2.3.4. Entorno de desarrollo

Para el entorno de desarrollo se ha utilizado *XAMPP* [42], un servidor de plataforma libre que integra en una sola aplicación:

- Servidor Web *Apache*
- Servidor FTP *FileZilla*
- Servidor de base de datos *MySQL*
- Intérprete de lenguaje de scripts PHP



El proyecto se encuentra alojado en un servidor situado en la Universidad Autónoma de Madrid, al que se ha accedido mediante el *FTP FileZilla* [43] para gestionar los ficheros fuente, y mediante *phpMyAdmin* [44] para manejar la administración la base de datos MySQL a través de la web.

3. Análisis de requisitos

En esta sección se detallan tanto los requisitos funcionales como los no funcionales de la aplicación web del cuadro de mandos que se va a implementar en este proyecto, de manera que para fases posteriores de ampliación se disponga de una base sólida de documentación de explotación del sistema, y optimice su tiempo de estudio y análisis al desarrollador.

Para la educción de requisitos se han mantenido una serie de entrevistas con miembros de la oficina UAMx [2], un equipo de la Universidad Autónoma de Madrid [3] encargado de gestionar el desarrollo de los *MOOCs* en la plataforma edX. [4] [45] [46].

Antes de comenzar el análisis de requisitos se expone la división en subsistemas que se ha considerado, y que se va a utilizar a la hora de estructurar los casos de uso:

- **Módulo general:** recoge los procesos de acceso, entrada y abandono del sistema, así como el de gestión de configuración personal y de la barra de cursos.
- **Módulo de gestión de cursos:** recoge los procesos de selección de curso y acceso a su encuesta de satisfacción.
- **Módulo de gestión de gráficos:** recoge los procesos de gestión de gráficos, incluido el cambio de formato de visualización. Recoge también aquellos procesos relacionados con la exportación, la muestra de información explicativa del gráfico y la muestra de la media y el acumulativo de los cursos seleccionados.

Estos subsistemas se explican más detalladamente en el apartado de *Desarrollo*.

3.1. Requisitos funcionales: modelo de casos de uso

El modelo de casos de uso describe los requerimientos funcionales del sistema para cada tipo de usuario, es decir, las funciones que el sistema debe ser capaz de realizar. Contiene actores, casos de uso y sus relaciones, y proporciona la entrada fundamental para el análisis, el diseño y las pruebas.

3.1.1. Actores del sistema

Los actores del sistema constituyen el conjunto de roles que los usuarios desempeñan cuando interactúan con los casos de uso. Una vez identificados los actores del sistema, queda identificado el entorno externo del sistema.

Se muestran en la *Tabla 3* los actores del sistema desarrollado:

Actor	Definición
Usuario	Persona que puede registrarse en el sistema. Puede desempeñar el rol de administrador o instructor.
Administrador	Usuario interesado en conocer el estado general de los cursos impartidos por la institución.
Instructor	Usuario interesado en conocer el comportamiento de los estudiantes en los cursos que imparte.

Tabla 3: Actores del sistema

3.1.2. Casos de uso del sistema

La forma en que los actores usan el sistema se representa con un caso de uso. De manera más precisa, un caso de uso especifica una secuencia de acciones que el sistema puede llevar a cabo interactuando con sus actores, incluyendo alternativas dentro de la secuencia. Para una mejor estructuración, se presentan los casos de uso divididos en tres módulos, según los subsistemas de la aplicación: módulo general, módulo de gestión de cursos y módulo de gestión de gráficos.

En el *Anexo B Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs* se incluyen imágenes de la interfaz mostrada al usuario en cada uno de los casos de usos detallados en este capítulo.

3.1.2.1. Módulo general

CU-001: Registrarse en el sistema	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario registrarse según se describe en el siguiente caso de uso.
Precondiciones	El usuario ha introducido en el navegador la dirección web de la aplicación. El usuario está registrado en la plataforma <i>MOOC</i> donde se imparten los cursos de los que se quiere hacer seguimiento.
Postcondiciones	El sistema almacena las credenciales del usuario y lo redirige a la página

	principal.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario introduce el nombre de usuario y contraseña elegidos para acceder al cuadro de mando, así como el nombre de usuario y contraseña utilizados en la plataforma <i>MOOC</i> donde se imparten los cursos de los que se quiere hacer seguimiento. <i>El nombre de usuario empleado en la plataforma MOOC es importante para poder determinar los cursos a los que está asociado y los roles que desempeña en cada curso.</i>
2	El sistema comprueba que las credenciales introducidos por el usuario referentes a la plataforma <i>MOOC</i> son correctos.
3	El sistema comprueba que las credenciales introducidos por el usuario para acceder al cuadro de mando cumplen las condiciones necesarias.
4	Si ha habido autenticación, el sistema permite al usuario el acceso a la aplicación.
5	El sistema identifica el rol asociado al usuario, mostrando la visualización que se corresponda con ese rol. Esta visualización consiste en una pantalla con la siguiente estructura: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Una barra lateral con:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Información del usuario - Enlace a la página de preferencias - Listado de cursos - Enlace a la encuesta de satisfacción del curso actual seleccionado ▪ <i>Panel principal de visualización con:</i> <ul style="list-style-type: none"> - Barra superior con información sobre el curso actual seleccionado - Selector de pestañas para cambiar la sección a visualizar. ▪ <i>Conjunto de gráficos</i>
Extensiones (Flujos alternativos)	
1'	El usuario no introduce sus credenciales
2'	El usuario introduce un nombre de usuario o contraseña incorrectos para la plataforma <i>MOOC</i>
3'	El usuario introduce un nombre de usuario o contraseña inválidos para el cuadro de mando → <i>El sistema muestra un mensaje de error</i>
4'	El usuario accede por primera vez al sistema → <i>El sistema carga en las preferencias del usuario los valores por defecto</i>

Tabla 4: CU-001: Registrarse en el sistema

CU-002: Acceder al sistema	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario acceder según se describe en el siguiente caso de uso.
Precondiciones	El usuario ha introducido en el navegador la dirección web de la aplicación. El usuario está registrado en el sistema.
Postcondiciones	El sistema redirige al usuario a la página principal.
Escenario principal (Flujo básico)	

1	El usuario introduce su nombre y contraseña en la página de acceso.
2	El sistema comprueba las credenciales introducidos por el usuario.
3	Si ha habido autenticación, el sistema permite al usuario el acceso a la aplicación.
4	El sistema identifica el rol asociado al usuario, mostrando la visualización que se corresponda con ese rol. Esta visualización consiste en una pantalla con la estructura detallada en el punto de 5 de <i>Tabla 4</i> .
Extensiones (Flujos alternativos)	
1'	El usuario no introduce sus credenciales
2'	El usuario introduce un nombre de usuario o contraseña incorrectos → <i>El sistema muestra un mensaje de error</i>
4'	El usuario accede por primera vez al sistema → <i>El sistema carga en las preferencias del usuario los valores por defecto</i>

Tabla 5: CU-002 Acceder al sistema

CU-003: Abandonar el sistema	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario abandonar su sesión en el sistema.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema elimina las variables de sesión del usuario y le redirige a la página de acceso.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario accede al enlace 'Sign Out' situado en la cabecera de la página web o en la información de contacto de la barra lateral.
2	El sistema elimina las variables de sesión del usuario.
3	El sistema redirige al usuario a la página de acceso.

Tabla 6: CU-003 Abandonar el sistema

CU-004: Modificar la configuración personal	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario modificar su configuración personal según se describe en el siguiente caso de uso.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema modifica la configuración personal del usuario.
Escenario principal (Flujo básico)	

1	El usuario accede al enlace de configuración ' <i>Configuration</i> ' situado en la barra lateral.
2	El sistema redirige al usuario a la página de configuración.
3	El sistema muestra la configuración personal actual del usuario en la sección ' <i>Personal configuration</i> '.
4	El usuario puede: <ul style="list-style-type: none"> - Actualizar su nombre de usuario usado en la plataforma <i>MOOC</i> donde se imparten los cursos de los que se quiere hacer seguimiento. Para que el sistema valide que el usuario tiene acceso a esa cuenta, el usuario deberá introducir también la contraseña utilizada en la plataforma. <i>Este cambio ha de realizarse únicamente si el usuario ha modificado previamente sus credenciales para el acceso a la plataforma MOOC, en su página correspondiente.</i> - Modificar su nombre de usuario y contraseña para el acceso al cuadro de mando
Extensiones (Flujos alternativos)	
4'	El usuario introduce un nombre de usuario o contraseña incorrectos para la plataforma <i>MOOC</i>
4'	El usuario introduce un nombre de usuario o contraseña inválidos para el cuadro de mando → <i>El sistema muestra un mensaje de error</i>

Tabla 7: CU-004: Modificar la configuración personal

CU-005: Actualizar el listado de cursos y el curso por defecto	
Actor	Administrador
Descripción	El sistema deberá permitir al administrador actualizar el listado de cursos que desea que se muestren en la barra lateral, así como el curso por defecto a cargar cada vez que acceda al sistema.
Precondiciones	El administrador ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema actualiza la base de datos con la información relativa al listado de cursos del administrador y el curso por defecto seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El administrador accede al enlace de configuración ' <i>Configuration</i> ' situado en la barra lateral.
2	El sistema redirige al administrador a la página de configuración.
3	El sistema muestra un listado de todos los cursos impartidos por el centro de estudios en la sección ' <i>Default courses</i> '.
4	El administrador selecciona los cursos que desea que se muestren en la barra lateral.
5	El administrador selecciona el curso por defecto a cargar cuando acceda al sistema.
6	El administrador pulsa el botón ' <i>Update</i> ' para guardar sus cambios.
7	El sistema actualiza los cambios en la base de datos de preferencias.
Extensiones (Flujos alternativos)	
4'	El administrador pulsa ' <i>Update</i> ' sin seleccionar ningún curso.
5'	El administrador pulsa ' <i>Update</i> ' sin seleccionar ningún curso por defecto → El sistema muestra un mensaje de error
Actor	Instructor
Descripción	El sistema deberá permitir al instructor actualizar el listado de cursos que desea que se muestren en la barra lateral, así como el curso por defecto a cargar cada vez que acceda al sistema.
Precondiciones	El instructor ha accedido al sistema.

Postcondiciones	El sistema actualiza la base de datos con la información relativa al listado de cursos del instructor y el curso por defecto seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El instructor accede al enlace de configuración ' <i>Configuration</i> ' situado en la barra lateral.
2	El sistema redirige al instructor a la página de configuración.
3	El sistema muestra un listado de los cursos impartidos por el instructor en la sección ' <i>Default courses</i> '.
4	El instructor selecciona los cursos que desea que se muestren en la barra lateral.
5	El instructor selecciona el curso por defecto a cargar cuando acceda al sistema.
6	El instructor pulsa el botón ' <i>Update</i> ' para guardar sus cambios.
7	El sistema actualiza los cambios en la base de datos de preferencias
Extensiones (Flujos alternativos)	
4'	El instructor pulsa ' <i>Update</i> ' sin seleccionar ningún curso.
5'	El instructor pulsa ' <i>Update</i> ' sin seleccionar ningún curso por defecto. → El sistema muestra un mensaje de error

Tabla 8: CU-005 Actualizar el listado de cursos y el curso por defecto

3.1.2.2. Módulo de gestión de cursos

CU-006: Seleccionar un curso a través del listado	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario modificar el curso actual visualizado, seleccionando un nuevo curso del listado de la barra lateral.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema. El usuario tiene al menos un curso en la barra lateral de selección de cursos.
Postcondiciones	El sistema actualiza la información mostrada referente al curso seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona un curso pulsando sobre su nombre en el menú desplegable ' <i>Course list</i> ' de la barra lateral.
2	El sistema actualiza la información mostrada en la página referente al curso seleccionado: <ul style="list-style-type: none"> - Información del curso en la barra superior - Enlace a la encuesta de satisfacción en la barra lateral.

Tabla 9: CU-006 Seleccionar un curso a través del listado

CU-007: Seleccionar un curso a través de la barra de búsqueda	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario modificar el curso actual visualizado, seleccionando un nuevo curso a través de la barra de búsqueda.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema actualiza la información mostrada referente al curso seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	

1	El usuario escribe el nombre de un curso en la barra de búsqueda del menú desplegable 'Course list' de la barra lateral.
2	El usuario pulsa el botón 'Go'.
3	El sistema valida el nombre del curso introducido y comprueba que el curso introducido existe.
4	El sistema actualiza la información mostrada en la página referente al curso seleccionado: <ul style="list-style-type: none"> - Información del curso en la barra superior - Enlace a la encuesta de satisfacción en la barra lateral
Extensiones (Flujos alternativos)	
3'	El nombre de curso introducido no existe → El sistema muestra un mensaje de error

Tabla 10: CU-007 Seleccionar un curso a través de la barra de búsqueda

CU-008: Acceder a la encuesta de satisfacción de un curso	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario acceder a la encuesta de satisfacción de un curso.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema. El curso ha finalizado y se han obtenido los resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los estudiantes de dicho curso.
Postcondiciones	El sistema redirige al usuario a la página de la encuesta de satisfacción del curso seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario accede al enlace externo de la encuesta de satisfacción 'Satisfaction survey' situado en la barra lateral.
2	El sistema redirige al usuario a la página de la encuesta de satisfacción del curso seleccionado.

Tabla 11: CU-008 Acceder a la encuesta de satisfacción de un curso

3.1.2.3. Módulo de gestión de gráficos

CU-009: Redistribuir los gráficos	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario personalizar su cuadro de mando, mediante el desplazamiento y redistribución de los gráficos, y mantener esa configuración cada vez que el usuario acceda al sistema.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra la nueva distribución de los gráficos en el cuadro de mando y actualiza en la base de datos la información correspondiente.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario sitúa el cursor sobre la cabecera del gráfico que desea desplazar, de tal manera que se muestre el cursor de desplazamiento.
2	El usuario pincha sobre el gráfico y lo arrastra hacia el lugar que desee, y que debe estar señalado con un rectángulo sombreado y una línea de puntos.
3	El usuario suelta el gráfico en el lugar elegido.
4	El sistema actualiza los cambios en la base de datos.
5	El sistema muestra un mensaje indicando que los cambios han sido guardados.

Extensiones (Flujos alternativos)	
1'	El usuario intenta seleccionar el gráfico sin que se haya mostrado el cursor de desplazamiento → El sistema no permite que el gráfico se desplace
2'	El usuario arrastra y suelta el gráfico en un lugar que no está señalado como válido → El sistema sitúa el gráfico nuevamente en el sitio inicial

Tabla 12: CU-009 Redistribuir los gráficos

CU-010: Mostrar y ocultar el contenido de los gráficos	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario personalizar su cuadro de mando, mediante la ocultación de los gráficos que no desee tener a la vista y la muestra de los gráficos ocultos, y mantener esa configuración cada vez que el usuario acceda al sistema.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra el nuevo estado de los gráficos en el cuadro de mando y actualiza en la base de datos la información correspondiente.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario sitúa el cursor sobre la cabecera del gráfico que desea mostrar u ocultar, de tal manera que aparezca el cursor de desplazamiento.
2	El usuario pincha sobre el gráfico.
3	El sistema realiza la acción correspondiente: <ul style="list-style-type: none"> - Si el gráfico estaba oculto, el sistema muestra el contenido del gráfico - Si el gráfico estaba visible, el sistema oculta el contenido del gráfico
4	El sistema actualiza los cambios en la base de datos.
5	El sistema muestra un mensaje indicando que los cambios han sido guardados.
Extensiones (Flujos alternativos)	
1'	El usuario intenta seleccionar el gráfico sin que se haya mostrado el cursor de desplazamiento → El sistema no permite que el gráfico cambie de estado

Tabla 13: CU-010 Mostrar y ocultar el contenido de los gráficos

CU-011: Ampliar y desplazarse en un gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario ampliar el área mostrada de un gráfico, así como desplazarse a través de ésta.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema actualiza la información mostrada del gráfico correspondiente.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario sitúa el cursor sobre el área de visualización de un gráfico, pulsa el botón izquierdo del ratón y lo arrastra para seleccionar el área del gráfico a ampliar.
2	El sistema muestra un área señalada en azul, señalando la superficie seleccionada, y sobre la que se va a hacer 'zoom'.
3	El usuario deja de pulsar el botón izquierdo del ratón con el que realizaba la selección.
4	El sistema cambia la visualización del gráfico, ampliando el área seleccionada.
5	El usuario pulsa la tecla 'Shift' de su teclado mientras pulsa con el botón izquierdo del

	ratón sobre el área ampliada, arrastrándola hacia la izquierda o la derecha.
6	El sistema desplaza el gráfico, permitiendo al usuario visualizar la información a través del tiempo.

Tabla 14: CU-011 Ampliar y desplazarse en un gráfico

CU-012: Cambiar el tipo del gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario personalizar su cuadro de mando, cambiando el tipo de gráfico predeterminado mostrado para cada indicador, y mantener esa configuración cada vez que el usuario acceda al sistema.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra el nuevo tipo de gráfico para el indicador en el cuadro de mando y actualiza en la base de datos la información correspondiente.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona el tipo de gráfico que desea mostrar, pulsando el botón de opción del indicador correspondiente.
2	El sistema muestra la nueva visualización del gráfico, según el tipo de gráfico seleccionado.
3	El sistema actualiza la información correspondiente en la base de datos.

Tabla 15: CU-012 Cambiar el tipo de gráfico

CU-013: Cambiar la unidad de tiempo de un gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario personalizar su cuadro de mando, cambiando la unidad de tiempo predeterminada mostrada para cada indicador, y mantener esa configuración cada vez que el usuario acceda al sistema.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra la nueva unidad de tiempo de gráfico para el indicador en el cuadro de mando y actualiza en la base de datos la información correspondiente.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona la unidad de tiempo con que desea que se visualice el gráfico, pulsando el botón de opción del indicador correspondiente.
2	El sistema muestra la nueva visualización del gráfico, según la unidad de tiempo seleccionada.
3	El sistema actualiza la información correspondiente en la base de datos.

Tabla 16: CU-013 Cambiar la unidad de tiempo de un gráfico

CU-014: Seleccionar el rango de fechas de un gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario seleccionar el rango de fechas a mostrar en un gráfico.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra el nuevo intervalo de fechas seleccionado para

	visualizar el gráfico.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona el rango de fechas que desea mostrar para un gráfico, mediante el selector de fechas del indicador correspondiente.
2	El usuario selecciona el botón 'Go' del selector de fechas.
3	El sistema muestra la nueva visualización del gráfico, correspondiente con el rango de fechas seleccionado.
Extensiones (Flujos alternativos)	
1'	El usuario intenta seleccionar una fecha inicial posterior a la fecha final seleccionada
1'	El usuario intenta seleccionar una fecha final anterior a la fecha inicial seleccionada → El sistema bloquea las fechas inválidas
1'	El usuario selecciona un rango de fechas para el que no hay información del curso → El sistema muestra un gráfico sin información
2'	El usuario pulsa el botón 'Go' sin seleccionar un rango de fechas → El sistema muestra por defecto el rango de fechas máximo para el que exista valor

Tabla 17: CU-014 Seleccionar el rango de fechas de un gráfico

CU-015: Exportar un gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario exportar los gráficos del cuadro de mando en formatos PNG, JPEG, PDF, SVG, CSV y XLS.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema descarga el gráfico en el formato seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona el formato a descargar en el menú de exportación del gráfico correspondiente.
2	El sistema descarga el gráfico en el formato seleccionado.

Tabla 18: CU-015 Exportar un gráfico

CU-016: Mostrar información de un gráfico	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario visualizar una breve descripción sobre el contenido del gráfico actual seleccionado.
Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra una breve descripción sobre el contenido del gráfico actual seleccionado.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario sitúa el cursor sobre la cabecera de un gráfico.
2	El sistema muestra un 'tooltip' con una breve descripción sobre el contenido del gráfico actual seleccionado.

Tabla 19: CU-016 Mostrar información de un gráfico

CU-017: Mostrar media y acumulado de los cursos seleccionados	
Actor	Usuario
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario visualizar información sobre la media y el valor acumulado de los cursos seleccionados.

Precondiciones	El usuario ha accedido al sistema.
Postcondiciones	El sistema muestra información sobre la media y el acumulado de los cursos seleccionados.
Escenario principal (Flujo básico)	
1	El usuario selecciona varios cursos para que se muestren activos en la barra lateral.
2	El sistema muestra en los gráficos, además de la información individual de cada curso, una línea roja indicando la media de los cursos seleccionados, y una línea azul indicando el valor acumulado de los cursos, a través del tiempo.
1	El usuario selecciona un único curso para que se muestre activo en la barra lateral.
2	El sistema muestra en los gráficos, además de la información del curso a lo largo del tiempo, una línea roja indicando la media total del curso seleccionado.

Tabla 20: CU-017 Mostrar media y acumulado de los cursos seleccionados

3.1.3. Diagrama de casos de uso del sistema

Se presentan los diagramas de casos de uso divididos en tres módulos: **módulo general**, **módulo de gestión de cursos** y **módulo de gestión de gráficos**.

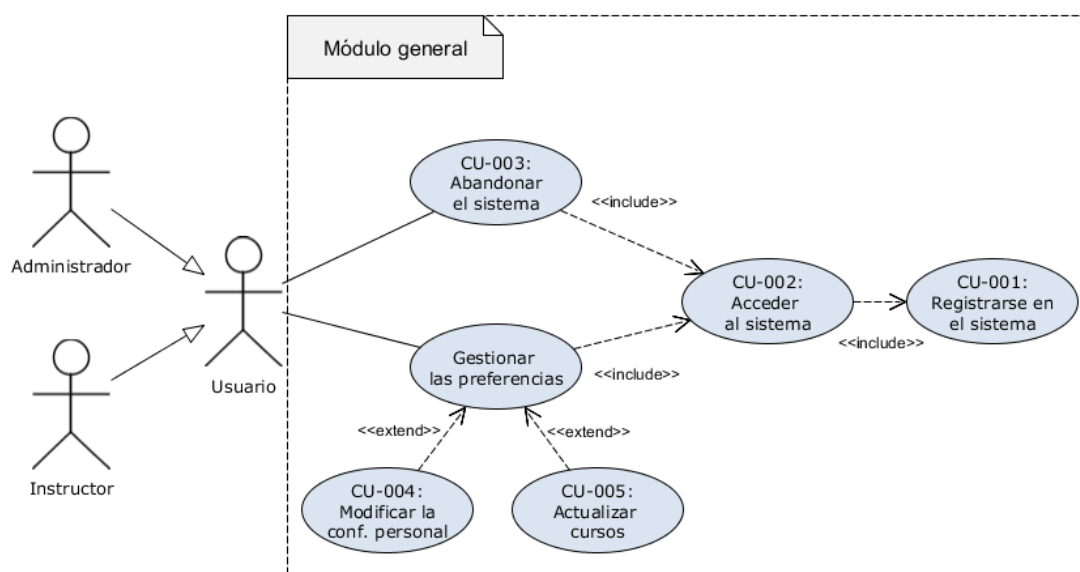


Figura 6: Diagrama de casos de uso. Módulo general

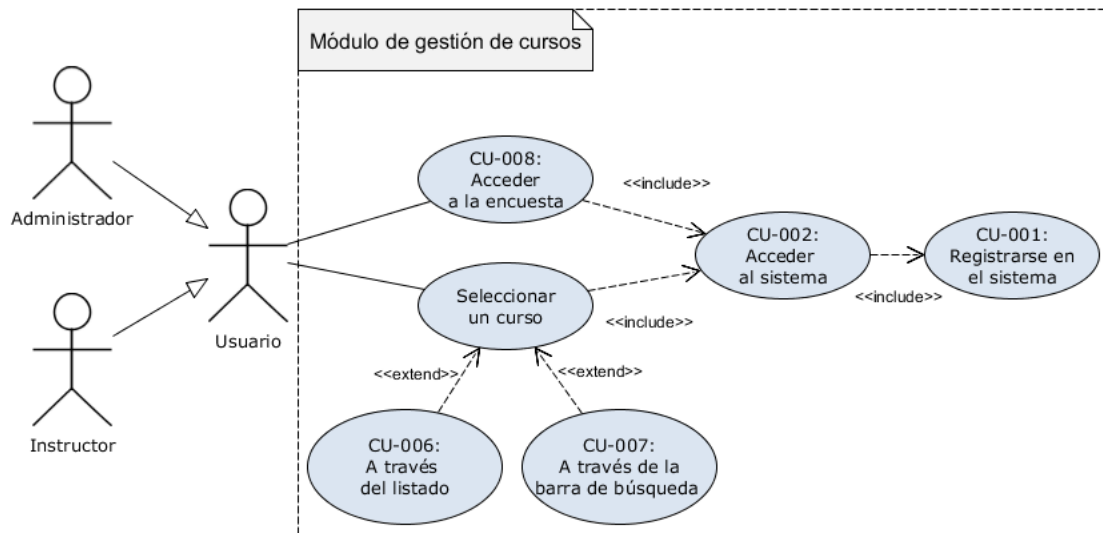


Figura 7: Diagrama de casos de uso. Módulo de gestión de cursos

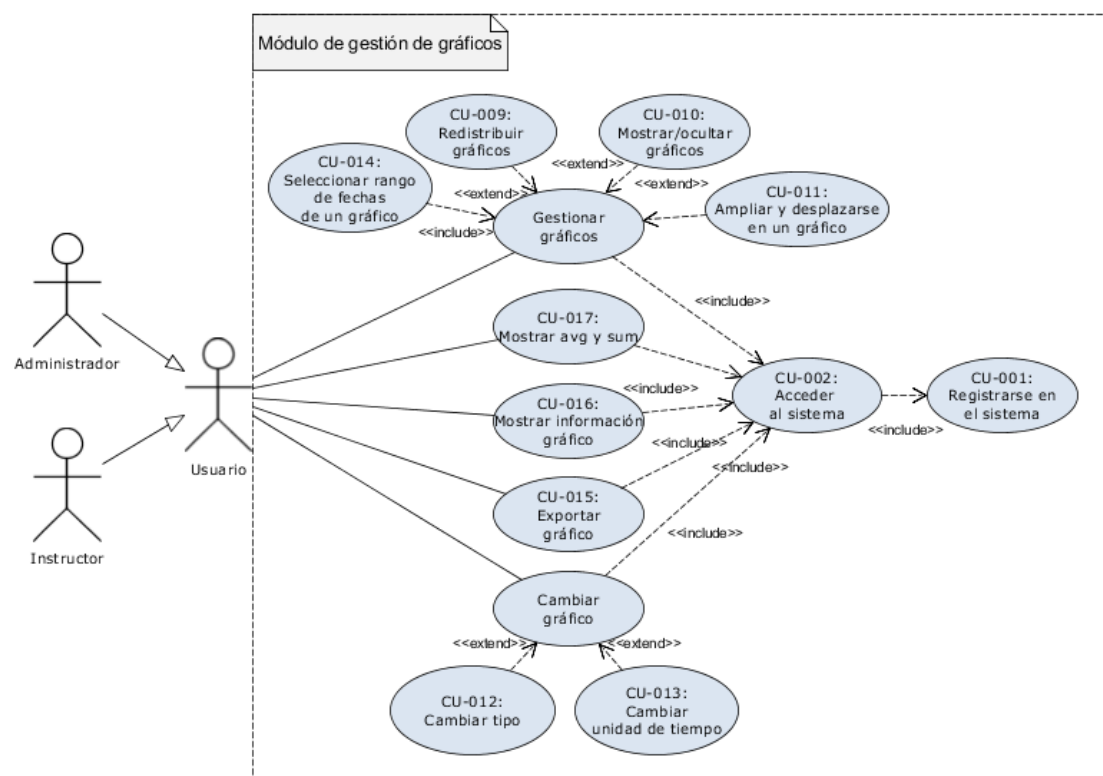


Figura 8: Diagrama de casos de uso. Módulo de gestión de gráficos

3.2. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales hacen referencia a las propiedades o cualidades que el sistema debe tener. Se definen los siguientes requisitos no funcionales:

RNF-001: Usabilidad	
Descripción	El sistema debe proporcionar una interfaz de usuario comprensible y sencilla, a la par que atractiva, y con métodos apropiados de visualización de datos.
Prioridad	Alta
RNF-002: Operación en tiempo real	
Descripción	El sistema debe asegurar la devolución de resultados en cuestión de segundos, de manera que se le pueda proporcionar al usuario la información que necesita de forma inmediata.
Prioridad	Alta
RNF-003: Interoperabilidad	
Descripción	El sistema debe asegurar la compatibilidad para cualquier tipo de entorno de aprendizaje, permitiendo la integración de diferentes fuentes de datos.
Prioridad	Alta
RNF-004: Extensibilidad	
Descripción	El sistema debe permitir la extensión gradual de la funcionalidad de las analíticas, después de que haya sido desplegado, sin necesidad de reescribir el código.
Prioridad	Alta
RNF-005: Privacidad de datos	
Descripción	El sistema debe preservar la confidencialidad de la información del usuario, protegiendo su identidad en todo momento.
Prioridad	Alta
RNF-006: Seguridad	
Descripción	El sistema debe proporcionar un acceso mediante un usuario y una contraseña debidamente validados.
Prioridad	Alta

Tabla 21: Requisitos no funcionales de la herramienta

4. Diseño

Este proceso es una parte esencial en el ciclo de vida de la aplicación, ya que es donde se empieza a establecer la calidad del producto. Se ha seguido una filosofía de diseño lo más modular posible, por lo que este punto se presenta en apartados que hacen referencia a cada una de las capas de la aplicación diseñadas.

Por tanto, en esta fase se van a introducir conceptos como la arquitectura lógica del sistema, el diseño por capas y las estructuras de datos.

4.1. Arquitectura lógica

La Arquitectura del Software o arquitectura lógica es el diseño de más alto nivel de la estructura de un sistema. Describe los componentes que lo integran, las propiedades observables de dichos componentes y las relaciones que se establecen entre ellos.

Para el desarrollo del proyecto se ha elegido una **arquitectura de tres capas**; una especialización de la arquitectura cliente-servidor donde la carga se divide en tres partes: la capa de presentación, la capa de lógica de negocio y la capa de datos.

En la *Figura 9* se muestra la arquitectura por capas de la aplicación:

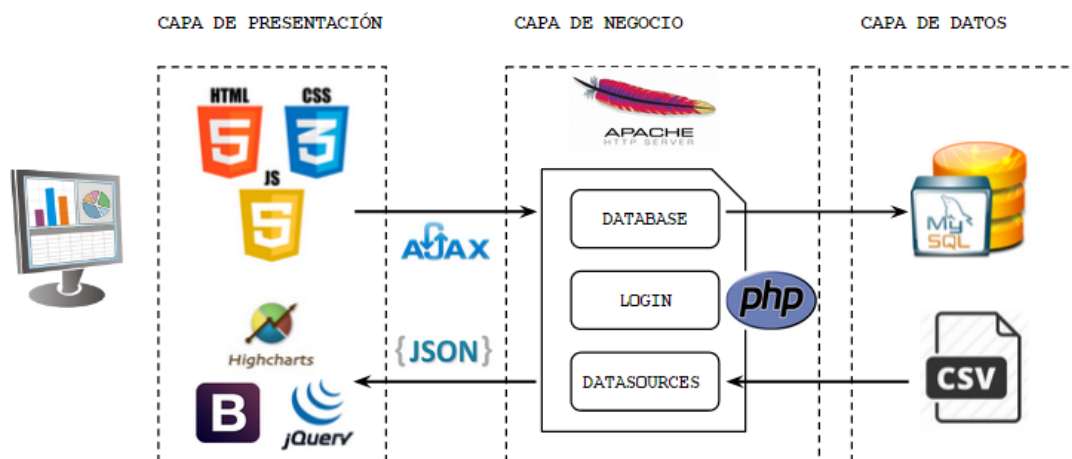


Figura 9: Arquitectura por capas de la aplicación

4.1.1. Capa de presentación

La capa de presentación es la capa que ve el usuario que hace uso de la aplicación. Se encarga de presentar la información al usuario y de capturar la interacción que éste realiza a través de la interfaz gráfica. Se comunica únicamente con la capa intermedia o de negocio.

Es en esta capa donde se encuentran los ficheros con contenido *HTML* encargados de dotar de estructura al documento, además de los encargados de darle formato, tales como *CSS*, fuentes e imágenes. Se incluyen también en esta capa las librerías *JS* utilizadas, entre ellas la encargada de mostrar los gráficos, y los ficheros *JS* encargados de capturar los eventos y realizar la conexión *AJAX* con el servidor.

4.1.2. Capa de negocio

La capa de negocio representa la lógica de la aplicación, pues se encarga de recibir las peticiones del usuario y enviar las respuestas tras el proceso. Se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar datos de él.

Es en esta capa donde se incluyen los ficheros encargados de realizar el proceso de registro y acceso al sistema del usuario. Se incluye también el módulo que gestiona el acceso a la base de datos para la configuración de preferencias y el módulo que contiene los ficheros que actúan como servicio web para obtener los datos relacionados con las actividades de los usuarios en los cursos.

4.1.3. Capa de datos

La capa de datos es la encargada de almacenar los datos del sistema y de los usuarios, de acceder a los mismos y de devolver datos a la capa de negocio.

Es en esta capa donde se encuentra la base de datos que gestiona la persistencia de preferencias de los usuarios en el cuadro de mando y los ficheros en formato *CSV* de donde se obtienen los datos de los usuarios del curso, y que proporciona la plataforma *MOOC*.

4.2. Modelo de datos

En la *Figura 10* se representa el modelo de base de datos propuesto para el proyecto:

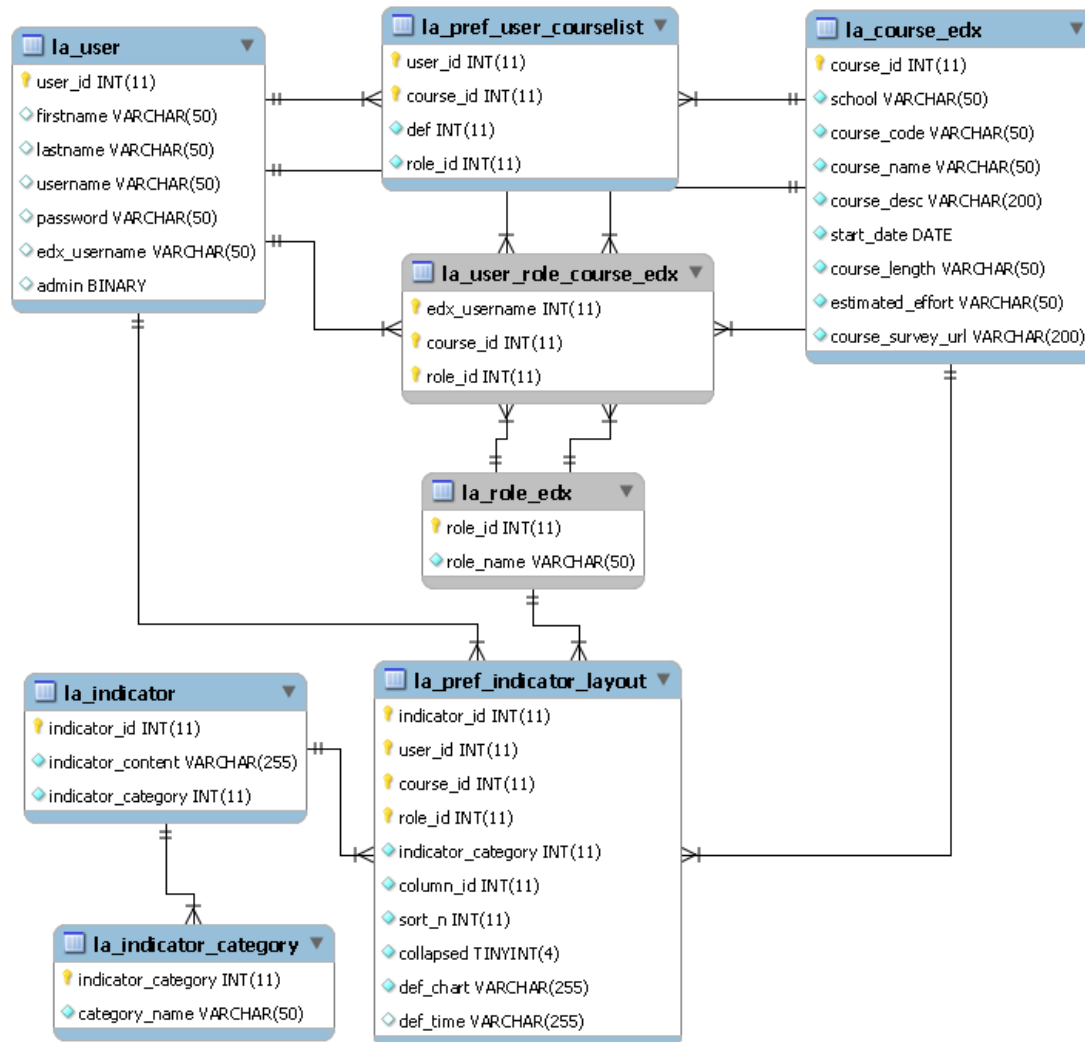


Figura 10: Modelo de datos de la aplicación

Se proporciona a continuación una breve descripción de cada una de las tablas que componen el modelo:

- **la_user**. Contiene información del usuario que se registra en el sistema: nombre y apellidos, nombre de usuario y contraseña, un campo binario que determina si desempeña papel de administrador y el nombre de usuario asociado a la plataforma *MOOC* donde se encuentran los cursos.

- **la_indicator**. Contiene información sobre los indicadores que se visualizan en el cuadro de mando, divididos en categorías.
- **la_indicator_category**. Contiene información sobre las categorías en que se dividen los indicadores. Se han considerado en este primer desarrollo *General Analytics*, *Videos*, *Navigation*, *Enrollment* y *Scatter Plots*, y su contenido se detalla en el capítulo de Desarrollo.
- **la_pref_user_courselist**. Contiene información sobre las preferencias del usuario referentes al listado de cursos y curso por defecto que desea que se muestren en su barra lateral y al iniciar sesión.
- **la_pref_indicator_layout**. Contiene información sobre las preferencias del usuario referentes a los gráficos: la disposición que presentan en el cuadro de mando, información sobre si se encuentran ocultos o visibles, e información sobre gustos del usuario tales como unidad de tiempo y tipo de gráfico que se muestra por defecto.
- **la_course_edx**. Contiene parte de la información que se proporciona para un curso en la plataforma *MOOC*: Universidad que lo imparte, código, nombre, descripción, fecha de inicio, duración y esfuerzo estimado. Se ha añadido también un campo que almacena la *URL* donde se encuentra la encuesta de satisfacción asociada al curso, pues que se pueda acceder a ésta desde el cuadro de mando es un requisito de la aplicación.

Aunque la información de esta tabla puede obtenerse directamente de los datos proporcionados por la plataforma *MOOC*, para el desarrollo del proyecto se ha realizado una tabla local, puesto que se ha trabajado con datos de prueba. No obstante, para posteriores desarrollos, se considera interesante que esta información se encuentre igualmente almacenada y que se actualice cada cierto tiempo, ya que son datos que no cambian con frecuencia y a los que se accede de manera frecuente.

- **la_role_edx** y **la_user_role_course_edx**. Estas dos tablas se encuentran resaltadas en diferente color porque contienen información procedente de la plataforma *MOOC* pero que, a diferencia de **la_course_edx**, no se considera que deban existir en posteriores desarrollos del proyecto. Se han creado en esta etapa para poder verificar el comportamiento del sistema, dado que se han usado datos de prueba,

pero la información de los usuarios que participan en un curso sí varía frecuentemente y por tanto no debería encontrarse esa información en la base de datos del cuadro de mando.

- La tabla **la_role_edx** contiene los roles que desempeña un usuario en el *MOOC*: instructor y estudiante. En este proyecto no se considera el rol estudiante pero es interesante tener en cuenta esa información para que pueda incluirse fácilmente en posteriores etapas de desarrollo.
- La tabla **la_user_role_course_edx** contiene la información sobre el rol que desempeñan los usuarios en un curso. *Un usuario puede ser instructor en un curso y estudiante en otro.*

5. Desarrollo

Al igual que en el capítulo de diseño, para la fase de desarrollo del software se ha seguido una filosofía modular. En este capítulo se explican, por tanto, los ficheros desarrollados e incluidos en cada capa, de manera que se tenga una visión general de las funcionalidades de cada componente.

También se detalla en esta fase el procedimiento de analíticas de aprendizaje estudiado en el proyecto, así como los procesos que se han ido incorporando en el desarrollo de la aplicación.

5.1. Estructura de ficheros por capas

En este capítulo se detallan los ficheros fuente contenidos en cada una de las capas que componen la aplicación.

5.1.1. Capa de presentación

La capa de presentación, como se ha explicado *más atrás*, contiene:

- **Ficheros con contenido HTML encargados de dotar de estructura al documento:**
 - **header.php, footer.php:** representan la cabecera y el pie de la página web respectivamente, y se mantienen durante toda la navegación.
 - **sidebar.php:** representa la barra lateral de la página web, y contiene los datos del usuario, el enlace a la página de preferencias, un desplegable con el listado de cursos definidos y un enlace externo a la encuesta de satisfacción del curso actual mostrado en la página.
 - **index.php:** representa la página de acceso al sistema que se muestra al usuario cuando éste introduce la dirección en el navegador.
 - **signup.php:** representa la página de registro de un usuario que se muestra al usuario cuando éste accede al enlace ‘Sign up’ de la pantalla de acceso.
 - **activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php:** se corresponden con las distintas pestañas a las que puede

acceder un usuario desde la consola, y que muestran la información obtenida de la interacción con los estudiantes e instructores con la plataforma de aprendizaje. Se dividen en grupos, según contengan información sobre la actividad general en la plataforma, la interacción con los vídeos, la navegación por el curso, los datos de acceso y relaciones entre variables, representadas por medio de gráficos de correlación.

- **configuration.php:** representa la página de configuración a la que puede acceder el usuario desde la barra lateral. En esta primera versión se incluye la posibilidad de elegir el listado de cursos que se muestran en el desplegable de la barra lateral, y el curso por defecto que se va a cargar cada vez que el usuario acceda al sistema. Además, el usuario puede gestionar sus preferencias personales, tales como el nombre de usuario y contraseña para acceder al sistema, y el nombre de usuario utilizado en la plataforma *MOOC* donde se imparten los cursos de los que se quiere hacer seguimiento.
 - **Ficheros encargados de dar formato al documento y recursos adicionales:**
 - **css:** directorio donde se incluyen las hojas de estilo empleadas.
 - **fonts:** directorio donde se encuentran las fuentes empleadas.
 - **img:** directorio donde se encuentran las imágenes empleadas.
 - **Librerías JS, contenidas en el directorio 'js/include':**
 - **bootstrap.min.js:** librería para la creación del diseño web responsivo o adaptativo.
 - **highcharts.js:** librería encargada de mostrar los gráficos.
 - **exporting.js:** librería encargada de exportar los gráficos.
 - **jquery.min.js:** librería de JavaScript, para acceder a los objetos del DOM de un modo simple.
 - **Ficheros JS encargados de capturar los eventos y realizar la conexión AJAX con el servidor, contenidos en el directorio 'js':**
 - **charts.js:** contiene las funciones JS que capturan los eventos que surgen de la interacción del usuario con la interfaz gráfica.
 - **funcs.js:** contiene las funciones JS encargadas de organizar los gráficos en la pantalla, y sus desplazamientos.
-

5.1.2. Capa de negocio

La capa de negocio, como se ha explicado *más atrás*, contiene:

- **Ficheros encargados de realizar el proceso de registro y acceso al sistema del usuario, contenidos en el directorio ‘login’:**
 - **register.php:** se encarga de recoger los datos de registro de un usuario y almacenarlos en la base de datos.
 - **login.php:** se encarga de construir la clase *loginClass* y de llamar al método *login* de ésta.
 - **loginClass.php:** clase que contiene los métodos *login* y *check_login*, que se encargan de autenticar al usuario.
 - **login_protection.php:** se encarga de impedir el acceso a la web a un usuario no registrado o que no haya iniciado sesión en el sistema.
 - **logout.php:** se encarga de eliminar las variables de sesión de un usuario identificado que decide salir del sistema.

- **Módulo que gestiona el acceso a la base de datos para la configuración de preferencias, contenido en el directorio ‘database’:**
 - **db_access.php:** contiene las funciones de acceso a la base de datos.
 - **db_config.php:** contiene los parámetros de configuración para la conexión con la base de datos.
 - **updateIndicatorsChart.php:** se encarga de actualizar en la base de datos las preferencias sobre el tipo de gráfico a mostrar.
 - **updateIndicatorsLayout.php:** se encarga de actualizar en la base de datos las preferencias sobre la distribución de los gráficos en la página.
 - **updateIndicatorsTime.php:** se encarga de actualizar en la base de datos las preferencias sobre la unidad de tiempo del gráfico a mostrar.
 - **updatePanels.php:** se encarga de actualizar en la base de datos las preferencias sobre la disposición inicial de un gráfico (visible u oculto).

- **Módulo que contiene los ficheros que actúan como servicio web para obtener los datos relacionados con la interacción de los estudiantes e instructores en la**

plataforma de aprendizaje, y que se encuentra contenido en los correspondientes subdirectorios de ‘datasources’:

- **datasources/activity:** contiene los ficheros encargados de obtener los datos relacionados con la actividad de los usuarios, incluida su actividad social, sus acciones realizadas, su ingreso y abandono en el curso y el desarrollo de problemas.
- **datasources/videos:** contiene los ficheros encargados de obtener los datos relacionados con las acciones de los usuarios en los vídeos.
- **datasources/navigation:** contiene los ficheros encargados de obtener los datos relacionados con la navegación de los usuarios a través del curso.
- **datasources/enrollment:** contiene los ficheros encargados de obtener los datos relacionados con la edad de los usuarios y su obtención de certificado.
- **datasources/scatter_plot:** contiene los ficheros encargados de obtener los datos mostrados en los gráficos de correlación (porcentaje de vídeo visualizado en función de su duración, y relación entre número de documentos y vídeos vistos por un usuario).

5.1.3. Capa de datos

La capa de datos, como se ha explicado *más atrás*, contiene:

- **Base de datos que gestiona la persistencia de preferencias de los usuarios del cuadro de mando.**
- **Ficheros de texto plano de donde se obtienen los datos resultantes de la interacción de estudiantes e instructores con la plataforma de aprendizaje.**

5.2. Procedimiento de analíticas de aprendizaje

El procedimiento de analíticas de aprendizaje estudiado en el proyecto se representa en la *Figura 11*:

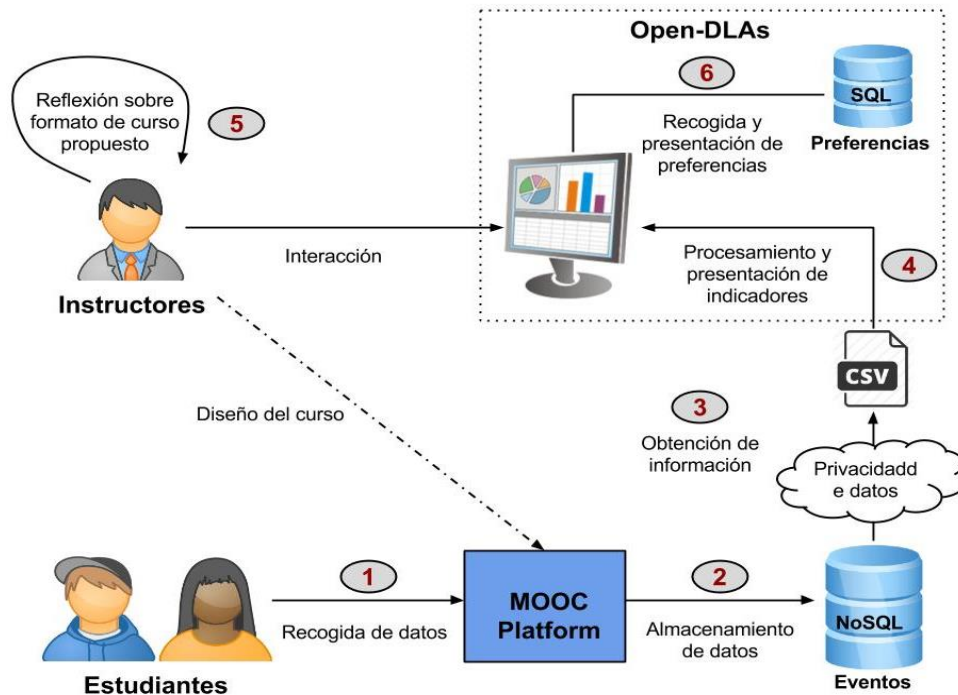


Figura 11: Diagrama de caja negra del procedimiento de analíticas de aprendizaje estudiado en el proyecto

1. El procedimiento comienza con la **recogida de datos** obtenidos de las diferentes actividades realizadas por los estudiantes cuando interactúan con la plataforma *MOOC*. Ejemplos de esas actividades son la visualización de vídeos, la realización de ejercicios, la participación en el foro, etc. Se recogen también datos relacionados con la edad de los usuarios, la fecha de registro y la frecuencia de acceso al curso, entre otras.
2. El siguiente paso es el **almacenamiento de datos**. Los eventos recogidos en el paso 1 son almacenados por la plataforma *MOOC* en una base de datos no relacional.
3. Posteriormente se lleva a cabo la **obtención de información** a visualizar en la consola, mediante consultas a la base de datos NoSQL. Esta información se almacena en ficheros de texto plano, con la estructura adecuada. La idea de obtener la información a partir de ficheros de texto plano, y no acceder directamente a la base de datos no relacional, surge como respuesta a dos de los requisitos no funcionales mencionados en el *Requisitos no funcionales*:

- *RNF-002: Operación en tiempo real.* Aunque las bases de datos no relacionales surgen con la necesidad de obtener grandes volúmenes de datos en tiempo real, no se considera que el acceso experimentado en las pruebas realizadas sea lo suficientemente rápido. Bajo estas circunstancias, y considerando que la validez de los datos puede ser diaria (ya que una actualización más frecuente no aporta un valor más diferenciado), se propone la realización de las consultas de extracción como un proceso externo que se ejecute automáticamente cada día durante las horas en que no se haga uso de la herramienta.
- *RNF-003: Interoperabilidad.* El contar con un proceso externo de obtención de datos en el formato adecuado, hace a la herramienta transparente a la plataforma de aprendizaje utilizada y al modo de almacenamiento de los eventos que surjan como resultado de la interacción con ésta.

Según el tipo de indicador, la información obtenida puede consistir tanto en datos agrupados como en datos a nivel de estudiante. No obstante, los datos individuales se encuentran anonimizados, con el objetivo de respetar la *privacidad de datos* (RNF-005), y ya que dado el componente masivo de los cursos *MOOC*, no se ha contemplado la necesidad de identificar comportamientos de usuarios individuales, para realizar un seguimiento adaptado a cada estudiante.

4. A continuación, el cuadro de mando se encarga de **procesar y presentar los indicadores**, y organizarlos en distintos tipos de gráficos.
5. En este punto, los usuarios del cuadro de mando, con ayuda de la representación gráfica de los datos, son capaces de **interpretar rápidamente la información** visualizada y reflexionar sobre el impacto de su método de enseñanza.
6. Los usuarios, en su interacción con el cuadro de mando, pueden **personalizarlo** estableciendo preferencias que se almacenan en la base de datos. Adicionalmente, algunas acciones guardarán automáticamente ciertos valores, de manera que el cuadro de mando se adapte a los gustos del usuario, mostrándose su información ‘preferida’ cada vez que acceda.

5.3. Descripción de procesos

Se describen a continuación algunos de los procesos desarrollados en la herramienta, así como la capa en la que se desarrolla uno, organizados en subsistemas:

5.3.1. Módulo general

I. Registrarse en el sistema

1. Capa de presentación - **signup.php**

El usuario interactúa con la interfaz, introduciendo nombre de usuario y contraseña.

2. Capa de negocio - **register.php**

Tras realizar las comprobaciones de formulario en el cliente, la capa de presentación se comunica con la capa de negocio para llevar a cabo la autenticación del usuario.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica entonces con la capa de datos, obteniendo los datos del usuario de la plataforma *MOOC* para comprobar que son correctos, y guardando las credenciales del usuario.

4. Capa de presentación - **activity.php**

Cuando la capa de negocio confirma las credenciales, la capa de presentación interactúa con el usuario, mostrándole como respuesta la página inicial del cuadro de mando.

II. Acceder al sistema

1. Capa de presentación - **index.php**

El usuario interactúa con la interfaz, introduciendo nombre de usuario y contraseña en la pantalla de acceso.

2. Capa de negocio - **login.php, loginClass.php**

Tras realizar las comprobaciones de formulario en el cliente, la capa de presentación se comunica con la capa de negocio para llevar a cabo la autenticación del usuario.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica entonces con la capa de datos, obteniendo los datos del usuario de la base de datos para comprobar que son correctos.

4. Capa de presentación - **activity.php**

Cuando la capa de negocio confirma las credenciales, la capa de presentación interactúa con el usuario, mostrándole como respuesta la página inicial del cuadro de mando.

III. Abandonar el sistema

1. Capa de presentación - **header.php, sidebar.php**

El usuario interactúa con la interfaz, pulsando sobre el enlace '*Sign Out*' situado en la cabecera de la página web o en la información de contacto de la barra lateral.

2. Capa de negocio - **logout.php**

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio, que elimina las variables de sesión.

3. Capa de presentación - **index.php**

Se redirige al usuario a la página de acceso.

IV. Modificar la configuración personal

1. Capa de presentación - **sidebar.php, configuration.php**

El usuario interactúa con la interfaz, pulsando sobre el enlace '*Configuration*' situado en la barra lateral. Este enlace le redirige a la página de configuración, donde el usuario puede modificar el nombre de usuario y contraseña de acceso al cuadro de mando, y el nombre de usuario que le identifica en la plataforma *MOOC*, en la sección 'Personal configuration'.

2. Capa de negocio - **db_access.php**

Tras realizar las comprobaciones pertinentes, la capa de presentación se comunica con la capa de negocio, llamando a la función *save_user_pers_conf* del módulo *db_access.php*.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, actualizando las preferencias en la base de datos, de manera que los cambios realizados persistan entre sesiones.

V. Actualizar el listado de cursos y el curso por defecto

1. Capa de presentación - **sidebar.php, configuration.php**

El usuario interactúa con la interfaz, pulsando sobre el enlace '*Configuration*' situado en la barra lateral. Este enlace le redirige a la página de configuración, donde el usuario puede seleccionar los cursos que desea, en la sección 'Default courses'.

2. Capa de negocio - **db_access.php**

Tras realizar las comprobaciones pertinentes, la capa de presentación se comunica con la capa de negocio, llamando a la función *save_user_pref_courses* del módulo *db_access.php*.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, actualizando las preferencias en la base de datos, de manera que los cambios realizados persistan entre sesiones.

5.3.2. Módulo de gestión de cursos

VI. Seleccionar un curso a través del listado/barra de búsqueda

1. Capa de presentación - **sidebar.php,**

El usuario interactúa con la interfaz, pulsando sobre un curso en el menú desplegable '*Course list*' en la barra lateral.

2. Capa de negocio - **db_access.php**

Tras realizar las comprobaciones pertinentes (en el caso de seleccionar un curso a través de la barra de búsqueda), la capa de presentación se comunica con la capa de negocio, llamando a la función *get_course_data* del módulo *db_access.php*.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, obteniendo la información del curso y guardándola en una variable de sesión.

4. Capa de presentación - **highcharts.js**

Cuando la capa de negocio obtiene la información del curso, la capa de presentación interacciona con el usuario, llamando a la librería de gráficos que se encarga de mostrar la información actualizada.

5.3.3. Módulo de gestión de gráficos

VII. Redistribuir los gráficos/ Mostrar y ocultar el contenido de los gráficos

1. Capa de presentación - *activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php, funcs.js*

El usuario interacciona con la interfaz, seleccionando y arrastrando un gráfico, o mostrando u ocultando su contenido. La capa de presentación captura el evento a través del fichero *js*.

2. Capa de negocio – **updateIndicatorsLayout.php, updatePanels.php.**

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, actualizando la nueva disposición de los gráficos en la base de datos, de manera que los cambios realizados persistan entre sesiones.

4. Capa de presentación

Si los cambios han sido correctamente actualizados, se devuelve un mensaje de verificación que se muestra al usuario a través de la capa de presentación.

VIII. Seleccionar el rango de fechas de un gráfico

1. Capa de presentación - *activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php, charts.js*

El usuario interacciona con la interfaz, seleccionando el rango de fechas para un gráfico concreto. La capa de presentación captura el evento a través del fichero *js*.

2. Capa de negocio – *datasources*

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio accediendo al fichero que se corresponda con el gráfico en el módulo datasources.

3. Capa de datos - CSV

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, obteniendo de los servicios csv a través de una URL los datos a visualizar con el nuevo rango de fechas.

4. Capa de negocio – *datasources*

Los ficheros del módulo datasources son los encargados de procesar los datos de entrada, determinando, según el filtro de fechas seleccionado, los datos que deben mostrarse, por semana o por día, según se indique. Para ello se lee cada línea del fichero y se determina si está en el rango indicado.

En caso de ser así, se incluye en la estructura JSON, que posteriormente se envía a la capa de presentación.

5. Capa de presentación - *highcharts.js*

Cuando la capa de negocio obtiene la información del gráfico, la capa de presentación interacciona con el usuario, llamando a la librería de gráficos que se encarga de mostrar la información actualizada.

IX. Cambiar el tipo de gráfico

1. Capa de presentación - *activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php, charts.js*

El usuario interacciona con la interfaz, pulsando el botón de tipo de gráfico correspondiente. La capa de presentación captura el evento a través del fichero js.

2. Capa de negocio – *updateIndicatorsChart.php*

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio.

3. Capa de datos - **BD**

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, actualizando en la base de datos el nuevo tipo de gráfico por defecto, de manera que los cambios realizados persistan entre sesiones

4. Capa de presentación - *highcharts.js*

Cuando la capa de negocio obtiene la información del gráfico, la capa de presentación interacciona con el usuario, llamando a la librería de gráficos que se encarga de mostrar la información actualizada.

X. Cambiar la unidad de tiempo de un gráfico

1. Capa de presentación - *activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php, charts.js*

El usuario interacciona con la interfaz, pulsando el botón de unidad de tiempo correspondiente. La capa de presentación captura el evento a través del fichero js.

2. Capa de negocio – *updateIndicatorsTime.php*

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio.

3. Capa de datos - **BD**

Este módulo se comunica con la capa de datos, actualizando en la base de datos la nueva unidad de tiempo por defecto, de manera que los cambios realizados persistan entre sesiones

4. Capa de negocio – *datasources*

La capa de presentación, además, se comunica con la capa de negocio, accediendo al fichero que se corresponda con el gráfico en el módulo datasources.

5. Capa de datos – **CSV**

Este fichero se comunica con la capa de datos, obteniendo de los servicios csv a través de una URL los datos a visualizar, y los transforma a la unidad de tiempo seleccionada.

6. Capa de negocio – *datasources*

Es necesario acceder nuevamente a los datos originales en el caso de cambio de unidad de tiempo seleccionada, para determinar qué día se corresponde con qué semana del curso, y viceversa.

Los ficheros del módulo datasources son los encargados de procesar los datos de entrada, determinando, según la unidad de tiempo seleccionada, los datos que deben mostrarse. Para ello se lee cada línea del fichero y, en caso de ser 'day' la unidad de tiempo seleccionada se muestra la información en bruto, mientras que en caso de ser 'week', se identifica qué días corresponden a cada semana para calcular el valor acumulado en cada una de ellas.

Finalmente, se incluyen los datos en la estructura JSON, que posteriormente se envía a la capa de presentación.

6. Capa de presentación - *highcharts.js*

Cuando la capa de negocio obtiene la información del gráfico, la capa de presentación interacciona con el usuario, llamando a la librería de gráficos que se encarga de mostrar la información actualizada.

XI. Mostrar media y acumulado de los cursos seleccionados

7. Capa de presentación - *activity.php, videos.php, navigation.php, enrollment.php, scatter_plots.php, charts.js*

El usuario interacciona con la interfaz, bien accediendo por primera vez, bien seleccionando alguna opción del gráfico. La capa de presentación captura el evento a través del fichero js.

8. Capa de negocio – *datasources*

La capa de presentación se comunica con la capa de negocio accediendo al fichero que se corresponda con el gráfico en el módulo datasources.

9. Capa de datos - *CSV*

La capa de negocio se comunica con la capa de datos, obteniendo de los servicios csv a través de una URL los datos a visualizar.

10. Capa de negocio – *datasources*

Los ficheros del módulo datasources son los encargados de procesar los datos de entrada, determinando, en función del número de cursos seleccionado, el modo en que debe calcularse la media. Si hay más de un curso seleccionado, deberá calcularse además el acumulativo de los cursos, por semana o por día, según se indique, y teniendo en cuenta también el filtro por fechas en caso de que lo hubiera.

Finalmente, se incluyen los datos en la estructura JSON, que posteriormente se envía a la capa de presentación

11. Capa de presentación - *highcharts.js*

La capa de presentación interacciona entonces con el usuario, llamando a la librería de gráficos que se encarga de mostrar la información actualizada.

6. Pruebas y resultados

En este capítulo se describe la batería de pruebas realizada en el proyecto. Para su realización se ha utilizado una visión ascendente, es decir, se ha iniciado el proceso con las pruebas unitarias por cada módulo y se ha finalizado con las pruebas de aceptación en un entorno real, las cuales se detallan en la sección de resultados.

6.1. Pruebas

Antes de empezar a detallar los diferentes tipos de pruebas que se han efectuado durante y tras la fase de desarrollo de la aplicación, se ofrece una breve introducción teórica de cada una de ellas, de manera que se tenga una idea de los objetivos que se han querido alcanzar para cada proceso.

Las pruebas efectuadas han sido las siguientes:

- I. Pruebas unitarias:** Estas pruebas verifican la correcta codificación de cada función para cada módulo a medida que se desarrolla el producto durante la fase de implementación. Por ello, además de verificar la lógica de cada método se ha tenido en cuenta que las funciones soportan el paso de datos erróneos.
- II. Pruebas de integración:** La fase de pruebas de integración también se realiza durante el proceso de implementación y permite verificar al grupo desarrollador que el flujo de información que pasa a través de los diferentes métodos implementados es el adecuado.
- III. Pruebas de sistema:** La ejecución de estas pruebas facilita el descubrimiento de posibles limitaciones de hardware y/o software que no han podido detectarse durante el proceso de implementación. El objetivo de esta fase es verificar que la aplicación funciona al desplegarse en un entorno controlado por el desarrollador.
- IV. Pruebas de validación:** El objetivo de estas pruebas es revisar que la aplicación cumple con los requisitos tanto funcionales como no funcionales que se especificaron en las reuniones con el cliente.
- V. Pruebas de aceptación:** Las pruebas de aceptación se pueden realizar en un entorno de pre-producción facilitado por el cliente (pruebas *Beta*), o bien por el equipo desarrollador (pruebas *Alpha*) y el objetivo principal que se busca es comprobar que el producto creado es lo que realmente el usuario quería.

Las pruebas unitarias, de integración, de sistema y de validación se han llevado a cabo sobre cursos experimentales diseñados en la plataforma Open edX [1]. Las pruebas de aceptación, en cambio, se han llevado a cabo en un entorno real, con datos de los cursos impartidos por la UAM [3] en edX [4], y en colaboración con miembros de la oficina UAMx [2] y profesores de la UAM.

A continuación se explican todas las pruebas efectuadas sobre el sistema implementado. El orden de aparición de cada una de ellas será el mismo que el que se ha seguido para la explicación teórica en la introducción de este capítulo.

6.1.1.Pruebas unitarias

A continuación se detallan las pruebas más representativas durante esta fase de cada módulo de la aplicación.

- **Pruebas sobre los ficheros con contenido HTML encargados de dotar de estructura al documento.**
 - Se comprueba que las funciones de **header.php** muestran de forma adecuada la cabecera de la página web sin problemas.
 - Se verifica que las funciones de **footer.php** muestran de forma correcta el pie de página del sitio web.
 - Se valida que las funciones de **sidebar.php** muestran correctamente cada una de las funcionalidades de la barra lateral de la aplicación.
 - Las funciones encargadas de mostrar la página de acceso al sistema (**index.php**) muestran adecuadamente cada uno de los elementos que la componen.
 - Las funciones de la página de registro (**signup.php**) muestran sin problemas los elementos que la forman.
 - Se comprueba que las funciones de las páginas (**activity.php**, **videos.php**, **navigation.php**, **enrollment.php**, **scatter_plots.php**) muestran adecuadamente cada una de las pestañas de la aplicación.
 - Se valida que las funciones de la página de preferencias (**configuration.php**) muestran adecuadamente todos los elementos de esta ventana.

- Se verifica que para todas las funciones contenidas en los ficheros de este apartado son capaces de manejar información errónea o nula pasada por parámetro.
- **Pruebas sobre los ficheros encargados de dar formato al documento y recursos adicionales.**
 - Se comprueba que los ficheros de estilos css están correctamente codificados.
 - Se valida que los ficheros de las fuentes empleadas están correctamente definidos.
 - Se verifica que las imágenes se encuentran correctamente situadas de manera que puedan ser utilizadas sin problemas.
- **Pruebas sobre los ficheros Ficheros JS del proyecto**
 - Las librerías **bootstrap.min.js**, **highcharts.js**, **exporting.js** y **query.min.js** se encuentran correctamente definidas en el código y se puede hacer referencia a cada una de sus funciones sin problemas.
 - Las funciones del fichero **charts.js** controlan de forma adecuada los eventos implementados y manejan adecuadamente información incorrecta o nula.
 - Las funciones del fichero **funcs.js** manejan correctamente los datos que permiten mostrar los gráficos solicitados.
- **Pruebas sobre Ficheros encargados de realizar el proceso de registro y acceso al sistema del usuario**
 - Las funciones del módulo **register.php** manejan correctamente los datos obtenidos del registro del usuario.
 - Las funciones del módulo **login.php** construyen sin problemas la clase *loginClass*.
 - Las funciones del módulo **loginClass.php** autentican adecuadamente los datos de un usuario.
 - Las funciones del módulo **login_protection.php** protegen e impiden el acceso sin datos.
 - Las funciones del fichero **logout.php** eliminan la información almacenada de forma correcta.

- Todas las funciones anteriores controlan sin problemas el paso de parámetros erróneos o nulos.
- **Módulo que gestiona el acceso a la base de datos para la configuración de preferencias.**
 - El acceso a los datos mediante las funciones del fichero **db_access.php** se efectúa correctamente.
 - Se comprueba que las funciones del fichero **db_config.php** controlan correctamente los parámetros de conexión a la base de datos.
 - Las funciones de los ficheros **updateIndicatorsChart.php**, **updateIndicatorsLayout.php**, **updateIndicatorsTime.php** y **updatePanels.php** manejan de forma adecuada las distintas preferencias de los gráficos.
 - Todas las funciones anteriores controlan sin problemas el paso de parámetros erróneos o nulos.

6.1.2.Pruebas de integración

A continuación se exponen las pruebas más importantes efectuadas sobre algunos de los algoritmos implementados:

- **Registrarse en el sistema / acceder al sistema**
 - La integración entre la capa de presentación y la capa de negocio se efectúa sin problemas, de manera que se transfieren los datos de autenticación/registro del usuario.
 - La integración entre la capa de negocio y la capa de datos se efectúa de manera correcta de manera que es posible realizar la comprobación de autenticación/registro con los datos almacenados en la base de datos.
- **Modificar la configuración personal**
 - Los datos de las preferencias introducidas por el usuario son transferidas sin problemas al módulo de presentación.
 - La capa de presentación transfiere de forma adecuada los datos a la capa de negocio.
 - La capa de negocio transfiere de forma adecuada los datos en la base de datos.

- **Redistribuir los gráficos/ Mostrar y ocultar el contenido de los gráficos**
 - La capa de presentación transfiere de forma adecuada los datos de los eventos capturados a la capa de negocio.
 - La capa de negocio es capaz de comunicarse con la capa de datos y persistir los eventos en la base de datos.
 - Los datos a mostrar son transferidos sin problemas a la capa de presentación.

- **Cambiar la unidad de tiempo de un gráfico**
 - La capa de presentación es capaz de transferir a la capa de negocio los datos del tipo de gráfico seleccionado.
 - La capa de negocio es capaz de tratar dichos datos y comunicarse con la capa de datos para persistirlos en base de datos.
 - La capa de presentación es capaz de interactuar con la capa de negocio para acceder al fichero del tipo de gráfico.
 - El fichero del tipo de gráfico es capaz de interactuar con la capa de datos para obtener los datos de los ficheros csv.
 - Los datos son capaces de transferirse a la capa de presentación y posteriormente son mostrados adecuadamente.

6.1.3.Pruebas de sistema

Las pruebas de esta fase han sido realizadas durante el desarrollo de del sistema. Se ha utilizado la herramienta browsershots.org [47] que ha permitido al desarrollador validar el funcionamiento de la aplicación en los siguientes navegadores: Chrome, Dillo, Firefox, Midori, Opera, Konqueror, SeaMonkey, Safari y Rekonq.

6.1.4.Pruebas de validación

Se han estructurado las pruebas una serie de puntos que hacen referencia a los requisitos funcionales de la aplicación definidos tras las reuniones con el cliente:

1. Prueba de registro, acceso y abandono del sistema.
2. Prueba de modificación de la configuración personal.
3. Prueba de actualización del listado de cursos y el curso por defecto.

4. Prueba de selección de un curso a través del listado/barra de búsqueda.
5. Prueba de acceso a la encuesta de satisfacción de un curso.
6. Prueba de redistribución de gráficos.
7. Prueba de muestra y ocultación del contenido de los gráficos.
8. Prueba de ampliación y desplazamiento en un gráfico.
9. Prueba de selección de un rango de fechas para un gráfico.
10. Prueba de cambio del tipo de gráfico.
11. Prueba de cambio de unidad de tiempo para un gráfico.
12. Prueba de cálculo de media y valor acumulado de los cursos en un gráfico.
13. Prueba de exportación de un gráfico.
14. Prueba de muestra de información de un gráfico

6.1.5. Pruebas de aceptación

Con el objetivo de validar la usabilidad del sistema y el grado de utilidad de los servicios desarrollados, se ha creado y publicado una encuesta haciendo uso de la herramienta de formularios de Google [48], y que se estructura en dos partes:

- I. **Encuesta de usabilidad:** para medir la usabilidad se ha elaborado una encuesta basada en el estándar WAMMI [49], diseñado para tal propósito. Este cuestionario surge como extensión de SUMI al intentar orientarlo hacia la medición de la usabilidad en la web. Se basa en la creación de escenarios que tratan de descubrir información acerca de lo que piensan los visitantes de los sitios web en cuanto a su calidad de uso.
- II. **Encuesta de evaluación del servicio:** para medir la utilidad de los servicios que componen la herramienta, se ha realizado una encuesta personalizada, en la que se evalúa en una escala Likert 1-5 la utilidad de cada uno de estos servicios.

Las dos partes de la encuesta se pueden encontrar en el *C Encuesta de usabilidad y de evaluación del servicio* incluido en la parte final de este documento.

Esta encuesta se ha realizado a dos perfiles de usuario:

- I. **Usuario administrador**, con capacidad de visualizar y comparar todos los cursos impartidos por la institución. Este rol lo han cubierto siete miembros de la oficina

UAMx [2], a los que se les ha proporcionado el tutorial y el manual de usuario adjuntos como *A Introducción a la herramienta Open-DLAs* y

- II.** *B Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs* incluidos en la parte final de este documento. En el anexo A se proponen una serie de tareas a realizar, de tal manera que los usuarios puedan evaluar la utilidad de la herramienta ubicados en una necesidad real.
- III.** **Usuario instructor**, con capacidad de visualizar el curso impartido por él mismo y su equipo en la plataforma. Este rol lo han cubierto cinco profesores de la UAM, que representan el 80% y el 100% de dos de los *MOOCs* impartidos en edX. La técnica de evaluación realizada en este caso, y que acompaña a la encuesta, ha sido una aproximación a la ‘caminata cognitiva’, de manera que se según se explicaban al usuario las acciones que debía realizar, se tomaba nota de las sugerencias que el usuario proponía en cada acción y de los pasos que éste realizaba, con el fin de detectar fallos y dificultades que pudieran encontrarse.

6.2. Resultados

El nivel de participación en la encuesta propuesta ha sido elevado, puesto que la han cumplimentado once de doce potenciales usuarios a quienes se les facilitó el enlace.

En la parte de **usabilidad** se han obtenido en general resultados satisfactorios. A modo de resumen se muestra un listado de algunos de los aspectos positivos y negativos valorados en las respuestas de texto libre:

Mejores características de la consola:

- Diseño cuidado
- Datos centralizados
- Herramienta intuitiva, facilidad de uso. Menús claros y objetivos.
- Buena organización de la información
- Variedad de visualizaciones
- Rapidez

Características que deberían mejorarse:

- Posibilidad de creación de gráficos adaptables y personalizados
- Modificar idioma, ya que la información de la herramienta se encuentra especificada en inglés
- Aportar explicaciones más claras sobre el contenido de los indicadores
- Mejorar la usabilidad del menú de configuración

En la parte de **evaluación de los servicios** se han obtenido igualmente resultados satisfactorios a nivel general. A modo de resumen se muestra un listado de algunos de los aspectos en que los usuarios consideran que la herramienta diseñada facilita su trabajo:

- Mejora del análisis de los datos y del progreso de los cursos, así como de la evaluación a posteriori de éste, una vez finalizado
- Detección de puntos críticos en el desarrollo del curso.
- Comparación de diferentes cursos y diferentes momentos de un curso
- Posibilidad de tener acceso a los datos si no se dispone de conocimientos informáticos.

Para más detalle, los resultados de ésta se encuentran en el *D Resultados de la encuesta* incluido en la parte final de este documento.

Como conclusión cabe destacar que los resultados obtenidos han sido positivos a nivel general y se han podido observar los beneficios que conlleva el uso de un cuadro de mando para gestionar las analíticas de aprendizaje en los entornos educativos online.

7. Conclusiones

Con la reciente incorporación de la Universidad Autónoma de Madrid al consorcio edX [4] para difundir a través de esta plataforma sus cursos *MOOC*, la explotación de las analíticas de aprendizaje en estos entornos educativos se ha identificado como una necesidad real que el proyecto podría abordar.

En respuesta a esa necesidad se ha diseñado y desarrollado un prototipo de sistema abierto de cuadro de mando, basado en la idea de que el usuario tenga a su alcance en todo momento los recursos necesarios para llevar un seguimiento adecuado de los cursos. Atendiendo a esta idea, el sistema posee las siguientes características:

- Dispone de una interfaz de usuario comprensible y sencilla.
- Muestra información al instante de la interacción de los usuarios con la plataforma *MOOC*.
- Muestra información del curso que se está visualizando y los cursos con los que se está comparando, en todo momento.
- Distribuye la información en la interfaz mediante una serie de indicadores divididos en categorías, dentro de las cuáles éstos pueden ser visualizados de manera conjunta.
- Sirve de apoyo en la generación de informes o presentaciones, pues permite obtener los gráficos que se están visualizando en diferentes formatos, sin necesidad de usar para ello una herramienta ajena.
- Es adaptativo al perfil, permitiendo a los administradores obtener una visión conjunta de los cursos propuestos por la institución, y a los instructores de una visión general de los cursos que imparten.
- Es personalizable y se adapta a los gustos del usuario.

Estas características y requisitos se han ido recogiendo a lo largo del proyecto, como resultado de las reuniones mantenidas con los miembros de la oficina UAMx [2], por lo que, como se ha comentado con anterioridad, ha sido necesario seguir un modelo de ciclo de vida iterativo e incremental. Siguiendo los pasos de este proceso software, se ha realizado como base e inicio del proyecto un estudio de la viabilidad del proyecto, estudiando el contexto y las diversas tecnologías a utilizar. A continuación, en cada iteración del ciclo de vida se ha llevado a cabo un análisis de requerimientos, un

diseño del sistema de manera que hiciera frente a los requisitos especificados, y un desarrollo de la solución propuesta. Además, durante todo el ciclo de vida se han realizado pruebas que verificasen la correcta funcionalidad del sistema.

Como conclusiones finales destacan, por un lado, que el proyecto me ha permitido participar en un *MOOC*, tomar contacto con el proceso de obtención y visualización de resultados, así como obtener requisitos y evaluar la herramienta a partir de reuniones con posibles futuros usuarios reales de la herramienta, algo que sin duda me servirá en el ámbito profesional; y por otro lado, que el producto resultante es una solución conectada con el mundo real y que podría constituir una versión base de un producto con fuerte potencial en el sector de analíticas de aprendizaje en entornos educativos online.

7.1. Experiencia personal

Como reflexión sobre el trabajo realizado es interesante comentar que, aunque se tenía conocimiento de la existencia de los *MOOCs*, gracias a la realización de este trabajo ha aumentado mi interés en participar en estos cursos masivos, ya que considero que constituyen un gran avance en la educación, posicionando los recursos al alcance de todos.

En cuanto a la parte formativa, el desarrollo de este trabajo me ha permitido tomar contacto con diversas tecnologías de desarrollo web, que si bien algunas de ellas se han tratado durante la carrera, no ha sido hasta ahora que he tenido que enfrentarme a la integración de todas ellas y he descubierto la potencialidad de las mismas.

Cabe destacar positivamente el uso de la librería gráfica *highcharts*, ya que a pesar de haberla utilizado con anterioridad, ha sido durante el desarrollo de este proyecto cuando he profundizado en la herramienta, descubriendo la gran variedad de opciones que presenta. Otro reto técnico, aunque no se refleja directamente en este proyecto, ha sido la familiarización con las bases de datos no relacionales, ya que hasta ahora no se había tenido contacto con ellas.

8. Trabajo futuro

Al ser una propuesta inicial de un ámbito que se encuentra aún en periodo de investigación, se han tenido en cuenta las limitaciones del sistema desde un primer momento. Siendo conscientes de las posibles mejoras a realizar en el proyecto, se ha llevado a cabo un desarrollo extensible, que permita la ampliación gradual de la funcionalidad de las analíticas sin que sea necesario realizar cambios significativos en la estructura de la aplicación.

Se describen a continuación una serie de mejoras que se proponen para futuros desarrollos del proyecto, algunas propuestas por el desarrollador y otras por los usuarios encuestados:

- **Inclusión de un perfil de estudiante**, de manera que éstos pudiesen tener acceso a un seguimiento personal de su trayectoria, y compararse y motivarse en función de los resultados de la media, o de los mejores estudiantes del curso.
- **Ampliación de las preferencias de los usuarios**, especialmente en su interacción con los indicadores. Aunque el diseño de indicadores no es un proceso sencillo que pueda dejarse en manos de un usuario principiante que desconozca las analíticas, si puede participar activamente si se le muestran las variables que intervienen y se le permite asignar pesos para decidir qué factores o parámetros considera más importantes.
- **Diseño de gráficos adaptables**, de tal manera que puedan representarse cantidades diseñadas por el instructor, normalizadas o relativas.
- **Reestructuración del menú de preferencias y posibilidad de mostrar la información de la página en castellano**, de tal manera que se dote al sistema de un mayor nivel de usabilidad.
- **Creación de nuevos indicadores en función de elementos**, no del tiempo.
- **Mejora y ampliación de la interfaz de usuario**, de tal manera que refleje los cambios propuestos en los puntos anteriores.

Referencias

- [1] edX, «Open edX,» [En línea]. Available: <https://open.edx.org/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [2] UAM, «UAMx,» [En línea]. Available: www.uam.es/uamx. [Último acceso: junio 2015].
- [3] Universidad Autónoma de Madrid, «Universidad Autónoma de Madrid,» [En línea]. Available: <http://www.uam.es/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [4] edX Inc, «edX,» [En línea]. Available: <https://www.edx.org>. [Último acceso: Junio 2015].
- [5] Wikipedia, «Learning analytics,» [En línea]. Available: http://es.wikipedia.org/wiki/Learning_analytics. [Último acceso: Junio 2015].
- [6] e-ABC, «e-ABC es e-Learning,» [En línea]. Available: <http://www.e-abclearning.com/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [7] Wikipedia, «MOOC,» [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/MOOC>. [Último acceso: Junio 2015].
- [8] Scopeo, «Observatorio Scopeo,» [En línea]. Available: <http://scopeo.usal.es/seran-los-coma-mooc-el-futuro-del-e-learning-y-el-punto-de-inflexion-del-sistema-educativo-actual/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [9] G. Martínez Muñoz y E. Pulido Cañabate, «Usando un SPOC para darle la vuelta al aula,» Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.emadridnet.org/es/usando-un-spoc-para-invertir-la-clase>. [Último acceso: Junio 2015].
- [10] J. M. Sabaté, «El cuadro de mando: un instrumento clave para la administración integrada. Dirección General de Organización de la Administración.,» 2015.
- [11] P. J. García López, «Aplicación de analíticas a experiencias de aprendizaje colaborativo,» *Trabajo Fin de Grado, Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid*, junio junio 2014.

- [12] uc3m, «ANALYSE: Add-on of learNing AnaLYtics Support for open Edx,» [En línea]. Available: <http://www.it.uc3m.es/pedmume/ANALYSE/>. [Último acceso: junio 2015].
- [13] «Learning Analytics in Adobe Presenter 9: Tips for Early Intervention,» [En línea]. Available: <http://www.learningsolutionsmag.com/articles/1277/learning-analytics-in-adobe-presenter-9-tips-for-early-intervention>. [Último acceso: junio 2015].
- [14] Oracle Corporation, «MySQL,» [En línea]. Available: <https://www.mysql.com/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [15] Oracle corporation, «Oracle,» [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/index.html>. [Último acceso: Junio 2015].
- [16] Microsoft Corporation, «SQL Server,» [En línea]. Available: <http://www.microsoft.com/es-es/server-cloud/products/sql-server/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [17] PGDG, «PostgreSQL,» [En línea]. Available: <http://www.postgresql.org/es/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [18] Sun Microsystems, «Oracle,» [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/us/sun/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [19] D. D. L. d. I. G. d. Artaza, «Bases de Datos No Realacionales (NoSQL),» 2012. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/dipina/nosql-cassandra-couchdb-mongodb-y-neo4j>. [Último acceso: junio 2015].
- [20] C. Paramio, «El concepto NoSQL, o cómo almacenar tus datos en una base de datos no relacional,» [En línea]. Available: <http://www.genbetadev.com/bases-de-datos/el-concepto-nosql-o-como-almacenar-tus-datos-en-una-base-de-datos-no-relacional>. [Último acceso: abril 2011].
- [21] I. MongoDB, «MongoDB,» [En línea]. Available: <https://www.mongodb.org/>. [Último acceso: junio 2015].
- [22] T. A. S. Foundation, «Apache CouchDB,» [En línea]. Available: <http://couchdb.apache.org/>. [Último acceso: junio 2015].
- [23] T. A. S. Foundation, «Apache Cassandra,» [En línea]. Available: <http://cassandra.apache.org/>. [Último acceso: junio 2015].

- [24] Wikipedia, «MongoDB,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/MongoDB>. [Último acceso: junio 2015].
- [25] Wikipedia, «CouchDB,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/CouchDB>. [Último acceso: junio 2015].
- [26] Wikipedia, «Apache Cassandra,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Apache_Cassandra. [Último acceso: junio 2015].
- [27] Oracle, «JavaServer Pages Technology,» [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/jsp/index.html>. [Último acceso: Junio 2015].
- [28] Microsoft Corporation, «ASP.NET,» [En línea]. Available: <http://www.asp.net/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [29] T. P. Group, «php,» [En línea]. Available: <http://php.net/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [30] e-educativa, «e-educativa,» [En línea]. Available: http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1066/html/22_pginas_web_dinmicas_php_asp_y_jsp.html. [Último acceso: junio 2015].
- [31] Google Inc., «Display live data on your site,» [En línea]. Available: <https://developers.google.com/chart/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [32] N. Downie, «Chart.js,» [En línea]. Available: <http://www.chartjs.org/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [33] M. Bostock., «Data-Driven Documents,» [En línea]. Available: <http://d3js.org/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [34] Highcharts, «Make your data come alive,» [En línea]. Available: <http://www.highcharts.com/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [35] WebblogsSL, «Genbeta Dev,» [En línea]. Available: <http://www.genbetadev.com/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [36] Apache, «HTTP Server Project,» [En línea]. Available: <http://httpd.apache.org/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [37] «Desarrollo de Aplicaciones Web,» [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/Claurimar/desarrollo-de-aplicaciones-web>. [Último

- acceso: Junio 2015].
- [38] W3C, «W3C,» [En línea]. Available: <http://www.w3c.es/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [39] «Bootstrap,» [En línea]. Available: <http://getbootstrap.com/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [40] D. Gandy, «Font Awesome,» [En línea]. Available: <http://fontawesome.github.io/Font-Awesome/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [41] A. A. Vega, «AnalyticaWeb,» [En línea]. Available: <http://www.analyticaweb.com/desarrollo-web/json-versus-xml-en-proyectos-web>. [Último acceso: Junio 2015].
- [42] Apache Friends, «XAMPP,» [En línea]. Available: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>. [Último acceso: Junio 2015].
- [43] AOE, «FileZilla,» [En línea]. Available: <https://filezilla-project.org/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [44] p. contributors, «Bringing MySQL to the web,» [En línea]. Available: http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php. [Último acceso: Junio 2015].
- [45] R. C. G. S. a. M. V. Iván Claros, «Creating MOOCS by UAMx: experiences and expectations,» [En línea]. Available: <https://www.slideshare.net/secret/tNWL21rVuMvQ0>. [Último acceso: Junio 2015].
- [46] Université catholique de Louvain, «EUROPEAN STAKEHOLDER SUMMIT,» *on experiences and best practices in and around MOOCs*, 18-20 May 2015.
- [47] Browsershots, «Browsershots,» [En línea]. Available: browsershots.org. [Último acceso: Junio 2015].
- [48] Google, «Google Forms,» [En línea]. Available: <https://www.google.es/intl/es/forms/about/>. [Último acceso: junio 2015].
- [49] WAMMI, «WAMMI,» [En línea]. Available: <http://www.wammi.com/>. [Último acceso: jun 2015].
- [50] «http://es.wikipedia.org/wiki/Learning_analytics,» [En línea].

- [51] «Browsershots,» Junio 2015. [En línea]. Available: <http://browsershots.org/>.
- [52] MOOC, «MOOC,» [En línea]. Available: <https://docubib.uc3m.es/MOOC/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [53] InfoSoft Global Private , «JavaScript (HTML5) Charting Library Comparisons,» [En línea]. Available: <http://www.fusioncharts.com/javascript-charting-comparison/>. [Último acceso: Junio 2015].

Bibliografía

D. Zielke. M. Bültmann. M. A. Chati. U. Schroeder. A. L. Dyckhoff, Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers, RWTH Aachen University, Germany: Educational Technology & Society, 2012.

E. Duval, Learning Analytics for Visualization and Recommendation, Katholieke Universiteit, Leuven, Belgium.: Dept. Computer Science.

D. G. G. Siemens, Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform, Athabasca University, Canada, 2011.

Anexos

A Introducción a la herramienta Open-DLAs

¿Qué es Open-DLAs?

Open-DLAs (*An Open Dashboard for Learning Analytics*) es un sistema abierto de cuadro de mando personalizable y adaptativo, que pretende ayudar en la gestión y explotación de las analíticas de aprendizaje, permitiendo visualizar de forma instantánea y mediante distintos gráficos la información de una serie de cursos a lo largo del tiempo.

¿Cómo se usa Open-DLAs?

Para explicar con mayor claridad cómo funciona la herramienta Open-DLAs te propongo hacer un **recorrido por las funcionalidades del cuadro de mando** mediante la realización de una serie de tareas orientadas a diferentes roles, que se listan a continuación y que te llevarán un **tiempo estimado de 10 minutos**.

Tarea 0

Antes de comenzar a realizar las tareas, es necesario que accedas a la herramienta según se especifica en el apartado Acceso a la herramienta del manual de usuario.

Tarea 1

Eres el instructor del curso ‘Course 1’ y te interesaría evaluar el grado de éxito de tu experiencia. Para ello quieres elaborar un informe donde se muestre la tasa de abandono de cada semana.

Para elaborar dicho informe debes seguir los siguientes pasos:

1. **Acceder al curso ‘Course 1’**, sirviéndote del ejemplo indicado en el apartado Selección de cursos por defecto en la barra lateral del manual de usuario.
2. **Buscar los eventos relacionados con el número de participantes activos a lo largo del tiempo.** Puedes encontrar esa información en la categoría ‘Activity’, en la ventana gráfica ‘Active students’. Para obtener información más detallada sobre los datos mostrados en una ventana gráfica, puedes situarte

sobre la cabecera del gráfico, como se indica en el apartado Información de gráfico del manual de usuario.

3. Filtrar los datos para la fecha de la experiencia, por ejemplo:

- Fecha inicial: '05-03-2015'
- Fecha final: '07-04-2015'

Para realizar el filtro de fechas puedes seguir el punto Selección de rango de fechas del manual de usuario.

4. Mostrar los datos del gráfico por semana, sirviéndote del ejemplo mostrado en el apartado Cambio de unidad de tiempo del gráfico del manual de usuario.

5. Mostrar los datos del gráfico en formato de barras, sirviéndote del ejemplo mostrado en el apartado Cambio de tipo de gráfico del manual de usuario.

6. Exportar el gráfico en formato imagen, tal y como se indica en el apartado Exportación de gráficos del manual de usuario.

Tarea 2

Eres un usuario administrador y te interesa conocer el éxito que ha tenido el formato de los vídeos en los diferentes cursos. Te interesa, además, conocer las opiniones de los usuarios en el curso en que los vídeos hayan tenido menor éxito.

Para obtener dicha información debes seguir los siguientes pasos:

1. **Acceder a todos los cursos impartidos**, sirviéndote del ejemplo indicado en el apartado Selección de cursos por defecto en la barra lateral del manual de usuario.
2. **Buscar la información relacionada con el porcentaje de visualización de los vídeos en función de su duración**. Puedes encontrar esa correlación en la categoría 'Scatter', en la ventana gráfica 'Duration vs Retention'.
3. **Obtener mayor detalle de los puntos del gráfico**, acercándolo y desplazándolo por él, apoyándote en la información proporcionada en el punto Ampliación y desplazamiento en un gráfico del manual de usuario.
4. **Acceder a la encuesta de satisfacción del curso** 'Course 4', según se indica en el apartado Acceso a la encuesta de satisfacción de un curso del manual de usuario.

Tarea 3

Eres instructor del curso 'Course 3' y te interesa obtener información sobre el grado de participación de los estudiantes en el foro.

Para obtener dicha información debes seguir los siguientes pasos:

1. **Acceder al curso ‘Course 3’**, sirviéndote del ejemplo indicado en el apartado Selección de cursos por defecto en la barra lateral del manual de usuario.
2. **Buscar la información relacionada con las actividades sociales.** Puedes encontrar esta información en la categoría ‘Activity’, en las ventanas gráficas ‘Social students’ y ‘Social Actions’.
3. **Distribuir los gráficos de manera que puedan compararse fácilmente**, haciendo uso de las opciones de desplazamiento detalladas en el punto Desplazamiento y ocultamiento de ventanas del manual de usuario.
4. Si se sitúan el gráfico ‘Social Students’ junto al gráfico ‘Social actions’ y se visualizan en la misma unidad de tiempo y tipo de gráfico, se podría obtener una conclusión del número medio de acciones realizado semanalmente por los estudiantes.

Tarea 4

Si has completado las tareas, puedes abandonar el sistema tal y como se indica en el punto Abandono del sistema del manual de usuario.

B Manual de usuario de la herramienta Open-DLAs

Acceso a la herramienta

1. Introduce la siguiente dirección web en el navegador:

<http://caricocecus.ii.uam.es/opendla/dashboard/>

2. Introduce el siguiente nombre de usuario y contraseña en la pantalla de acceso, y pulsa el botón 'Log in' como se muestra en la *Figura 12*.

- username: prueba
- password: prueba123

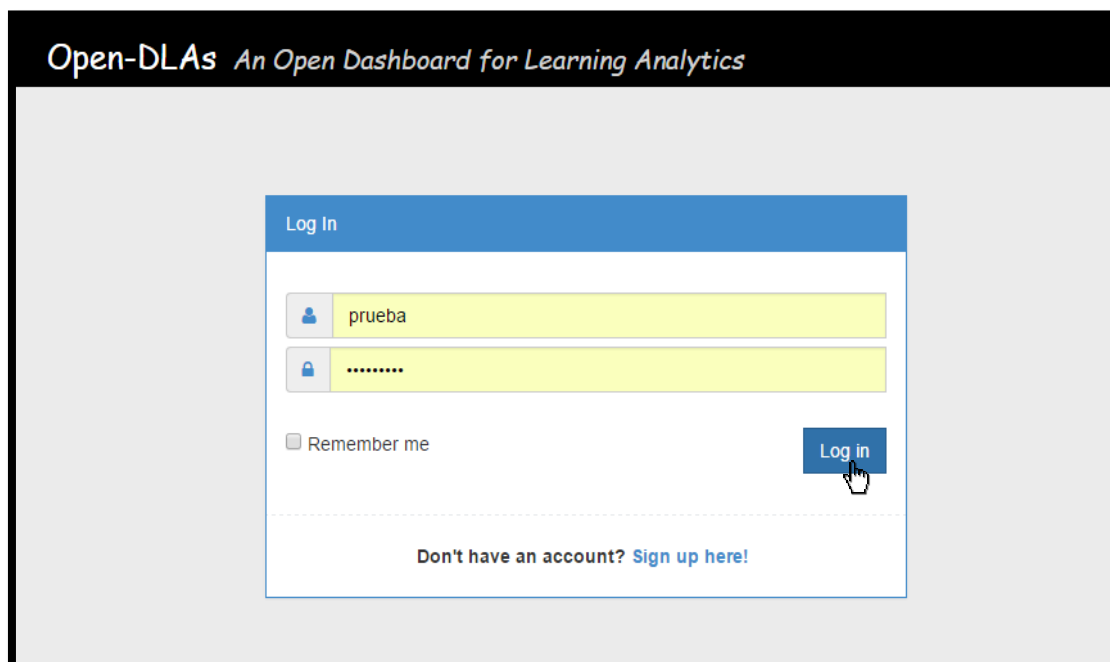


Figura 12: Acceso al sistema

- Una vez hayas accedido a la herramienta, se mostrará la pantalla inicial, representada en la *Figura 13*.



Figura 13: Pantalla inicial

La estructura de una ventana gráfica se detalla en la *Figura 14*.



Figura 14: Ventana gráfica

Selección de cursos por defecto en la barra lateral

1. Accede al enlace ‘Configuración’ de la barra lateral, como se muestra en la *Figura 15*.

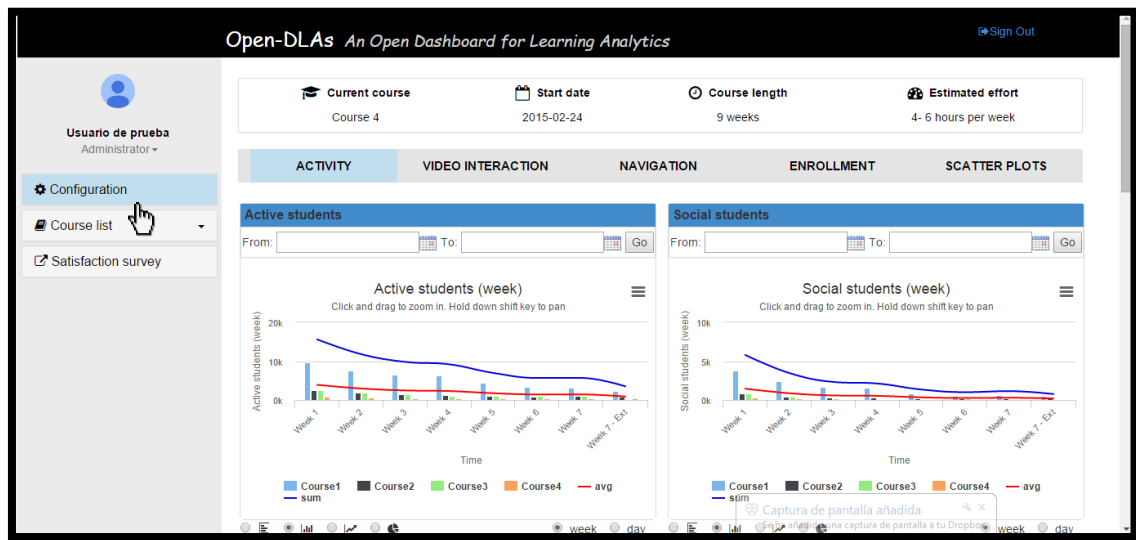


Figura 15: Acceso al enlace ‘Configuración’ de la barra lateral

En la categoría ‘Default courses’ puedes seleccionar los cursos que se mostrarán en la barra lateral, y para los que tendrás un acceso rápido. También es sobre estos cursos que selecciones sobre los que se aplicarán las operaciones de suma y media que se verán más adelante. Además, tanto la información de curso actual ‘Current course’ de la barra superior como el enlace a la encuesta de satisfacción ‘Satisfaction survey’ de la barra lateral vendrán determinados por el curso que marques por defecto en ‘Set as default’.

2. Selecciona el curso o cursos que consideres necesarios para realizar la tarea, como se muestra en el ejemplo de la *Figura 16*.

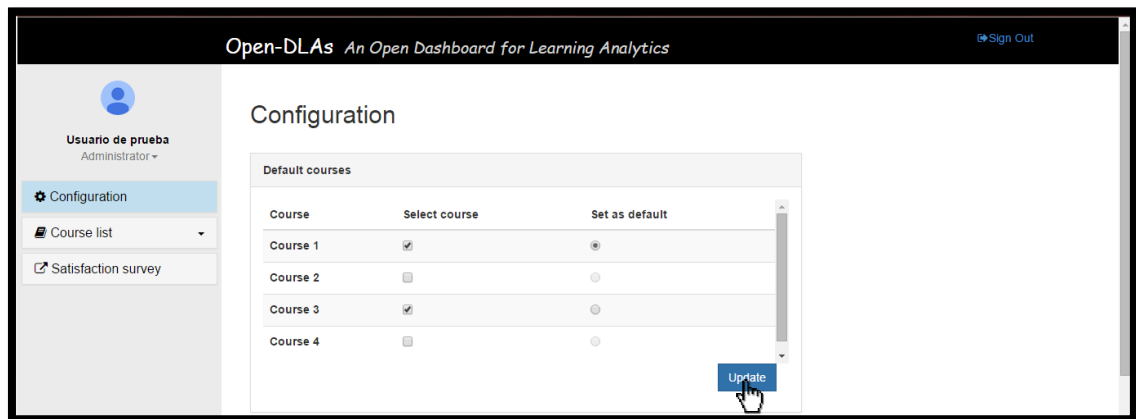


Figura 16: Actualización de cursos en la barra lateral

3. Pulsa sobre el enlace 'Open-DLAs' de la cabecera para volver a la pantalla inicial

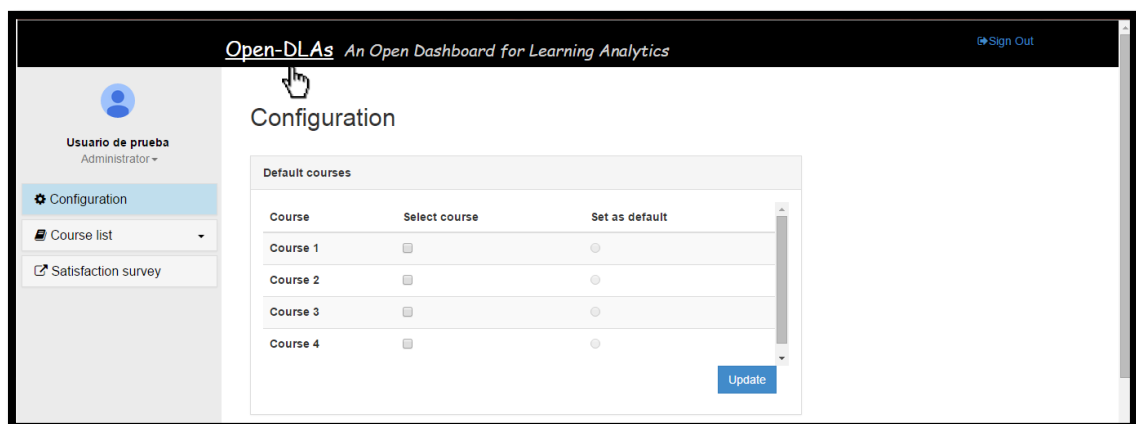


Figura 17: Regreso a la pantalla inicial

4. El curso por defecto se muestra ahora en la barra superior. Los cursos seleccionados se muestran en la barra lateral, dentro del desplegable ‘Course list’, y son los que se visualizan en los gráficos. Estos cambios se reflejan en la *Figura 18*.

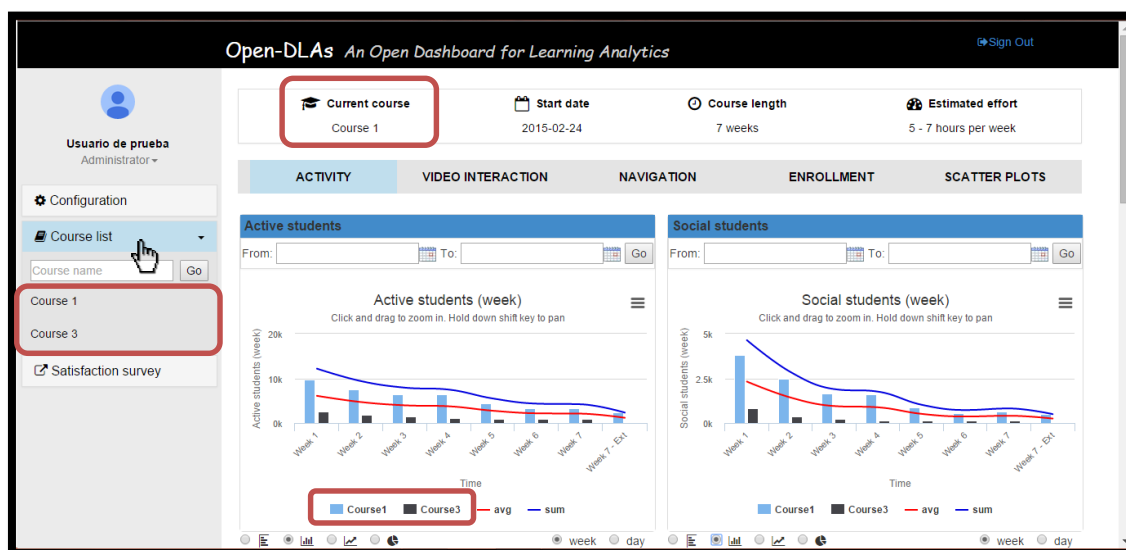


Figura 18: Cambios en la selección de cursos

Selección de rango de fechas

Los gráficos pueden filtrarse según un rango de fechas seleccionado.

1. Sitúa el cursor sobre el cuadro de texto ‘From’ o sobre el símbolo del calendario para abrir el selector de fecha de inicio, como se muestra en la *Figura 19*.

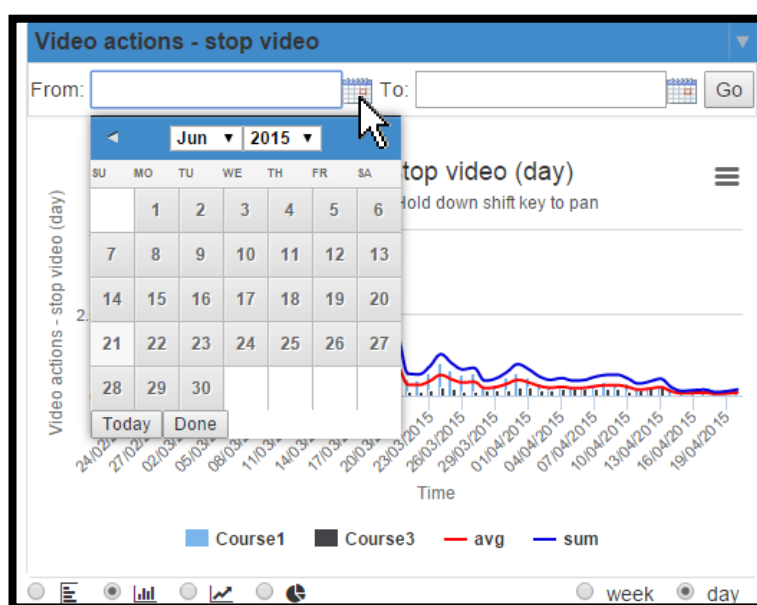


Figura 19: Mostrar selector de fechas

2. Abre el desplegable de selección de meses y pulsa sobre el mes que necesitas, tal y como se indica en la *Figura 20* para el mes de marzo.

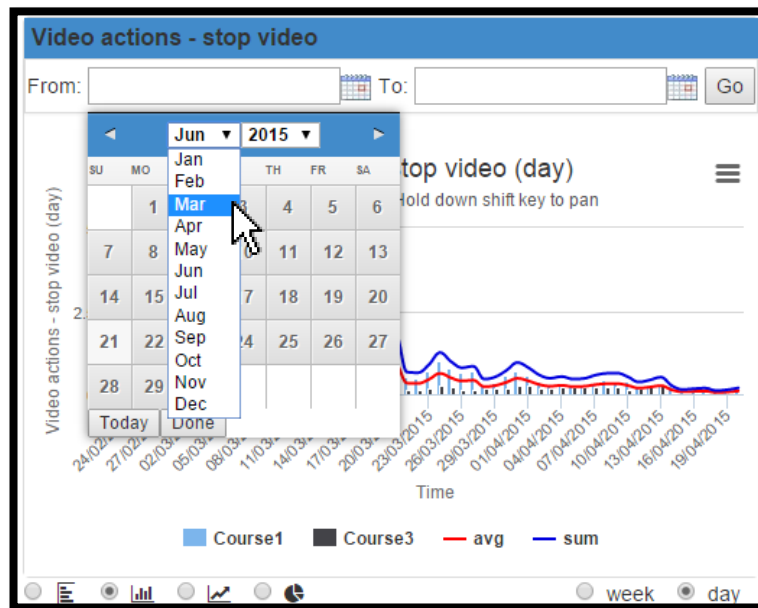


Figura 20: Selección de mes en fecha de inicio

3. Una vez seleccionado el mes, sitúa el cursor sobre el día que desees, tal y como se muestra en la *Figura 21*, y pulsa.

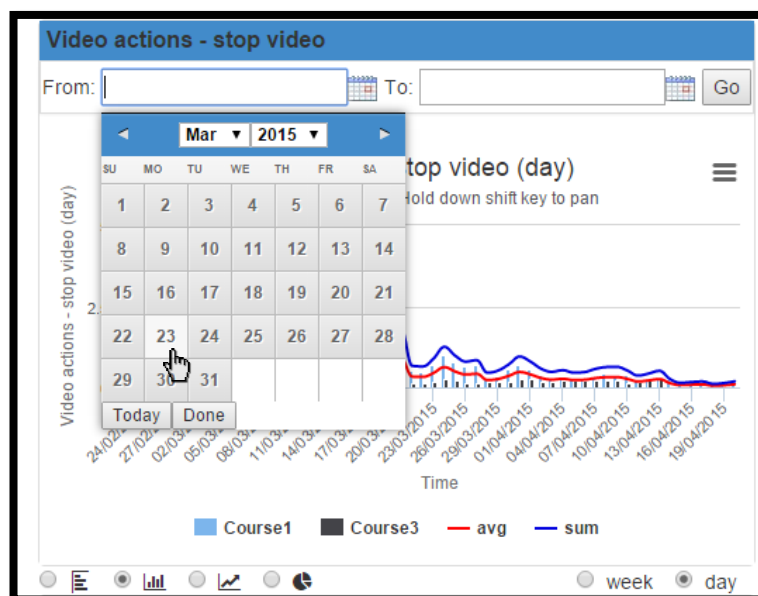


Figura 21: Selección de día en fecha de inicio

4. La fecha seleccionada se mostrará en el cuadro de texto. Sigue los mismos pasos para seleccionar la fecha final 'To', como se muestra en la *Figura 22*.

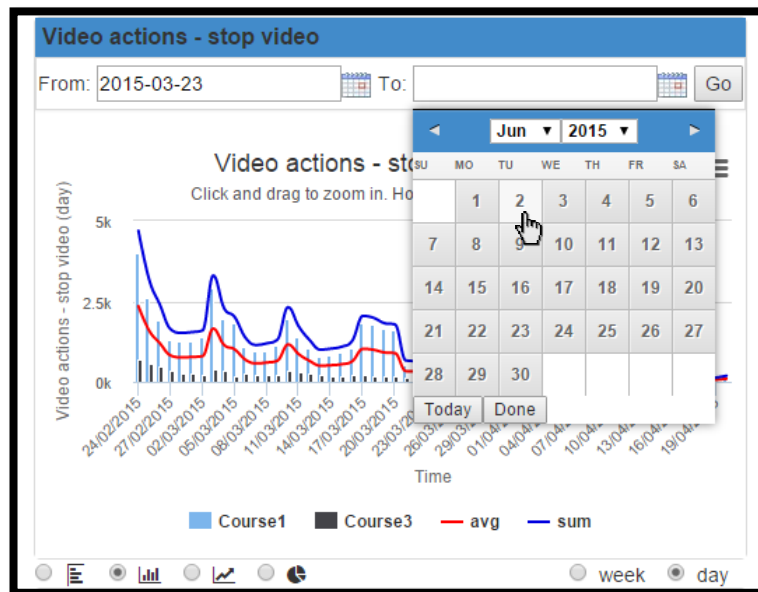


Figura 22: Selección de fecha final

5. Una vez seleccionado el rango de fechas, pulsa el botón 'Go', situado a la derecha de los selectores, como se muestra en la *Figura 23*.



Figura 23: Selección de rango de fechas

6. El gráfico se mostrará de nuevo, mostrando únicamente la información existente entre las fechas indicadas, como se aprecia en la *Figura 24*.

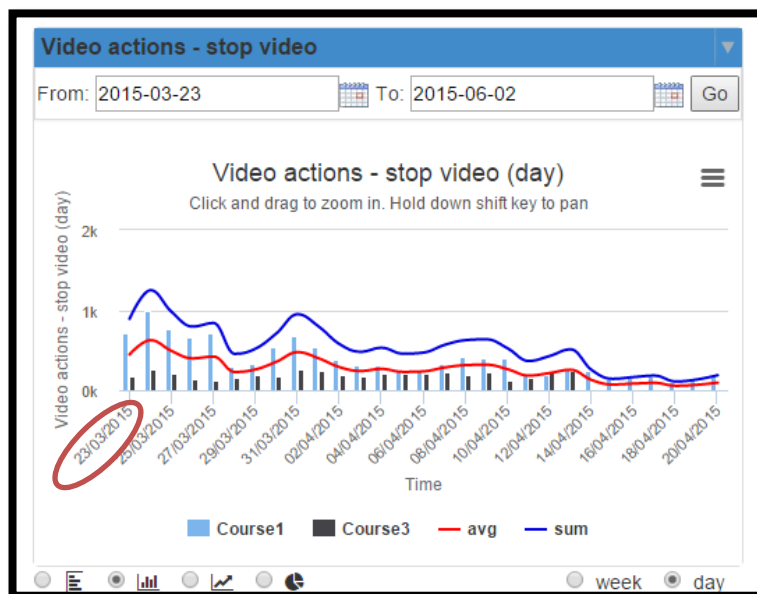


Figura 24: Información existente entre el 23-03-2015 y el 02-06-2015

7. Para volver a mostrar el rango de fechas completo del gráfico, selecciona las fechas de los cuadros de texto 'From' y 'To' (*Figura 25*) y pulsa la tecla de retroceso o la tecla suprimir 'supr' de tu teclado para borrarlas. Pulsa a continuación el botón 'Go'.

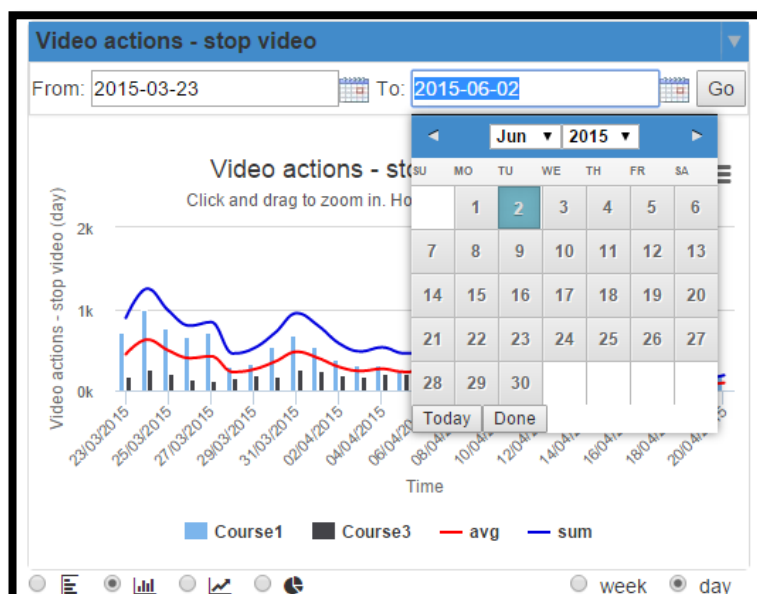


Figura 25: Eliminación de rango de fechas

Cambio de unidad de tiempo del gráfico

Para las ventanas gráficas de las categorías ‘Activity’, ‘Video interaction’, ‘Navigation’ y ‘Enrollment’ puedes cambiar entre dos unidades de tiempo: week (que se corresponde con la semana del curso) y day. El valor por semana es acumulativo, es decir, cuando los valores se agrupan por semana el resultado obtenido se corresponde con la suma de los valores de cada día de dicha semana.

1. Sitúate en un gráfico y selecciona el *radio button* correspondiente con la unidad de tiempo elegida, como se muestra en la *Figura 26*.

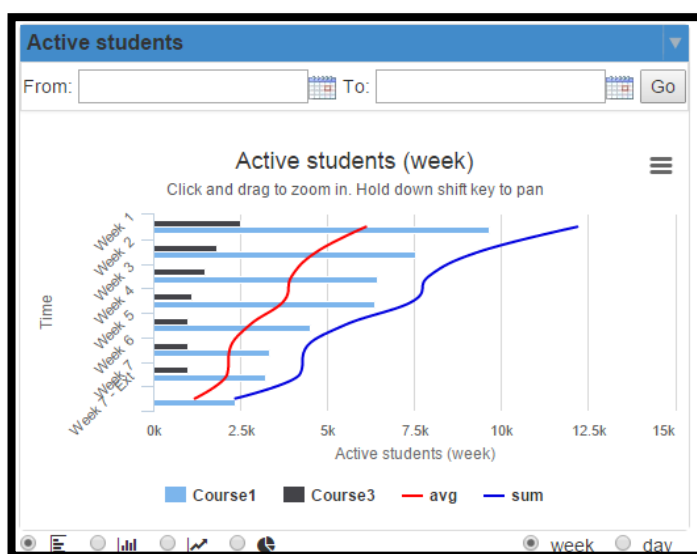


Figura 26: Selección de unidad de tiempo del gráfico

2. Pulsa el botón, de manera que el gráfico cambie de vista, como se muestra en el ejemplo de la *Figura 27*.

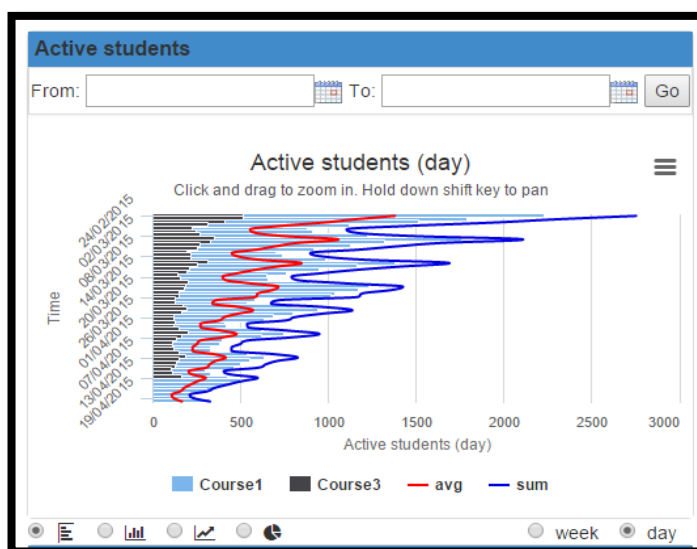


Figura 27: Gráfico por día

Cambio de tipo de gráfico

Para las ventanas gráficas de las categorías ‘Activity’, ‘Video interaction’, ‘Navigation’ y ‘Enrollment’ puedes alternar entre 4 tipos de gráfico distintos: gráfico de barras, gráfico de columnas, gráfico de líneas y gráfico circular.

1. Sitúate en un gráfico y selecciona el *radio button* correspondiente con el formato de gráfico elegido, como se muestra en la *Figura 28*.

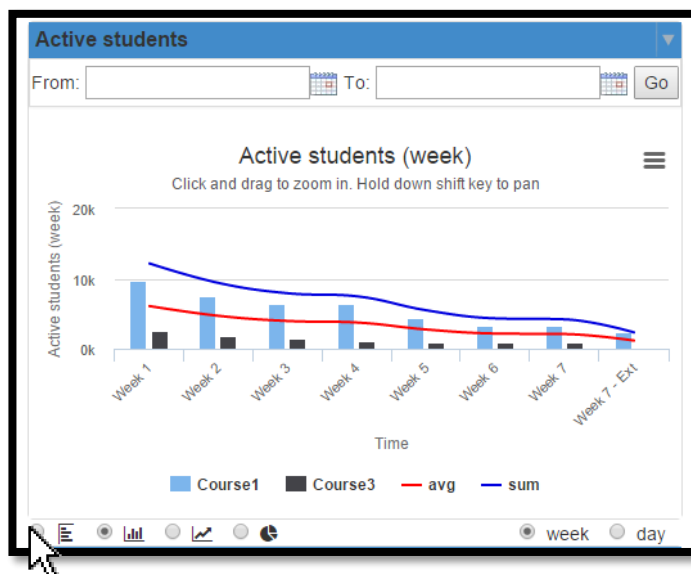


Figura 28: Selección de tipo de gráfico

2. Pulsa el botón, de manera que el gráfico cambie de vista, como se muestra en el ejemplo de la *Figura 29*.

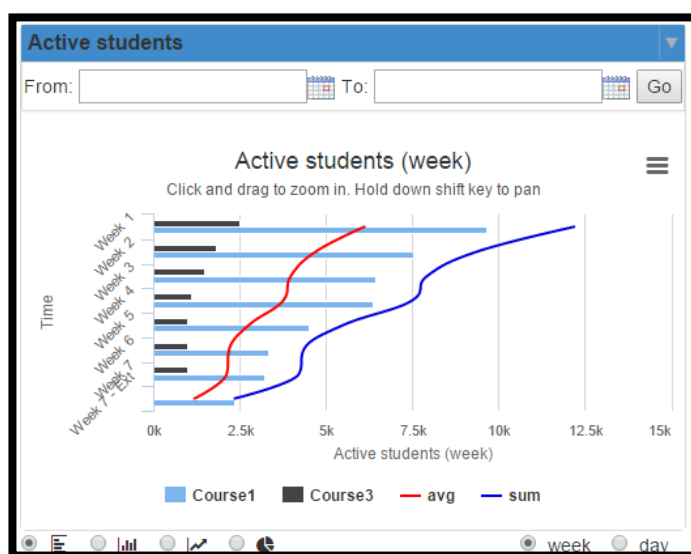


Figura 29: Gráfico de barras

Exportación de gráficos

1. Para exportar un gráfico, selecciona el menú situado a la derecha del título, como se muestra en la *Figura 30*.

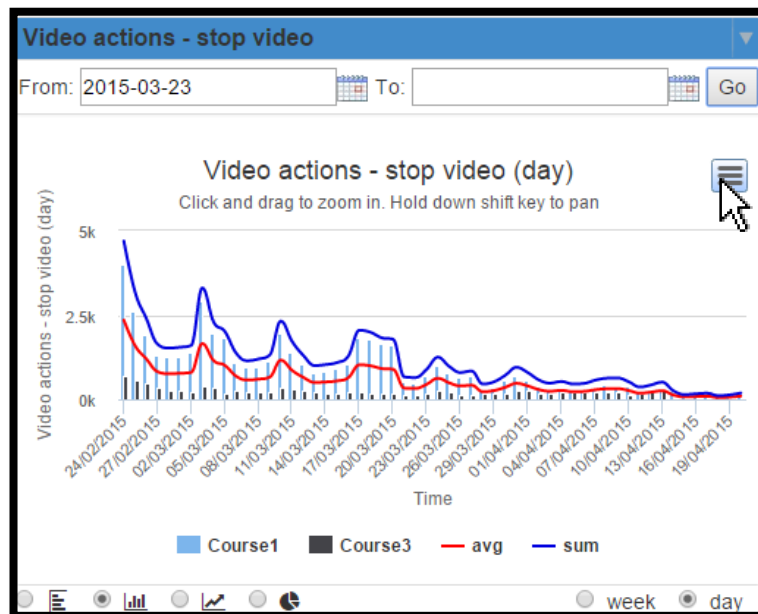


Figura 30: Selección de menú desplegable de exportación de un gráfico

2. Selecciona el formato a exportar en el menú desplegable.

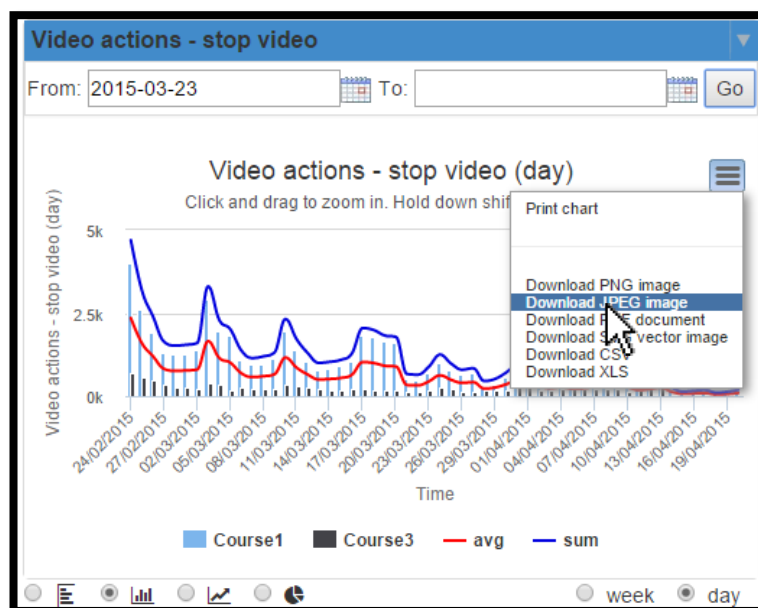


Figura 31: Selección de formato de exportación

3. Se mostrará el enlace al archivo en la barra de descarga de tu navegador.

Ampliación y desplazamiento en un gráfico

1. Tal y como se describe en el subtítulo del gráfico, haz clic sobre el área de visualización y arrastra el cursor para seleccionar el área del gráfico a ampliar. Se mostrará un área señalada en azul, indicando la superficie seleccionada (*Figura 32*).



Figura 32: Selección de área a ampliar

2. Cuando dejes de pulsar el botón izquierdo del ratón con el que realizabas la selección, el área indicada del gráfico se acercará, tal y como se muestra en la *Figura 33*. Para volver a la vista anterior, con el rango de fechas completo, pulsa sobre el botón 'Reset zoom'.

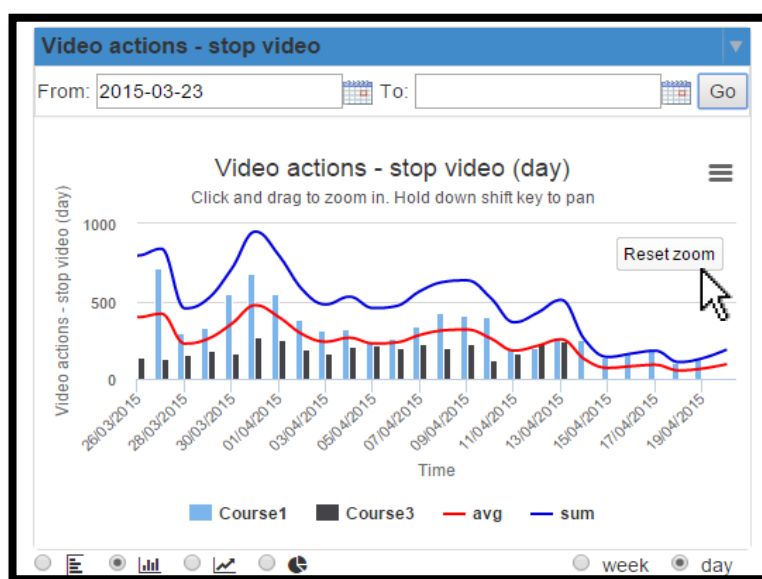


Figura 33: Ampliación del área seleccionada

3. Para desplazarte por el gráfico mantén pulsada la tecla ‘Shift’ de tu teclado y arrastra el gráfico con el ratón hacia la derecha o izquierda.

Acceso a la encuesta de satisfacción de un curso

1. Puedes acceder a los resultados de la encuesta de satisfacción del curso señalado como curso actual ‘Current course’ mediante el enlace ‘Satisfaction survey’ situado en la barra lateral, tal y como se muestra en la *Figura 34*.

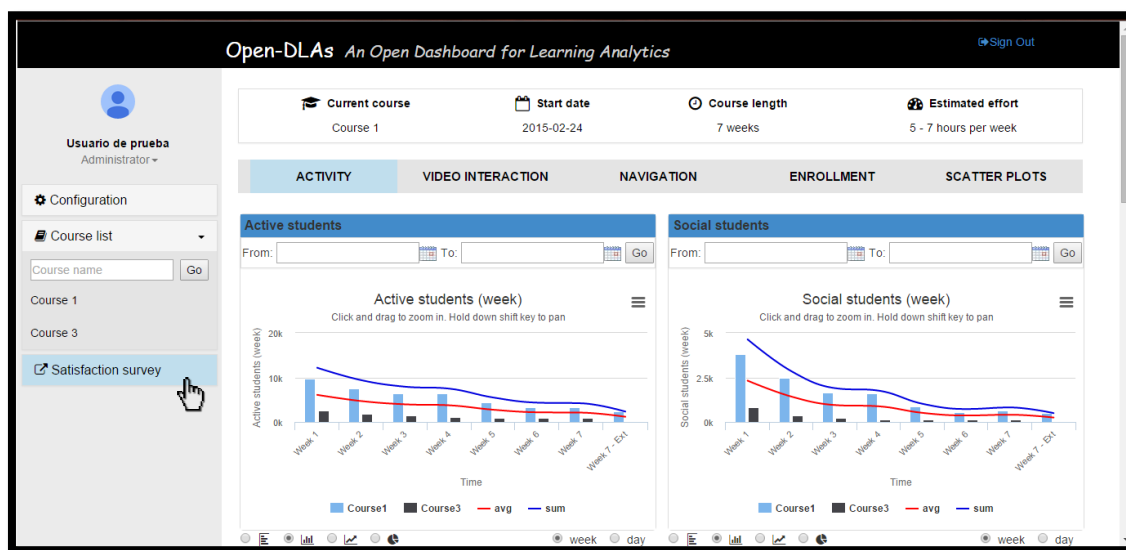


Figura 34: Acceso a la encuesta de satisfacción de un curso

2. Este enlace te redirige a la localización de Google Drive donde se encuentra la encuesta. En caso de tener permisos de acceso, que son gestionados por Google, se mostrarán gráficos con los resultados de la encuesta, tal y como se muestra en la *Figura 35*.

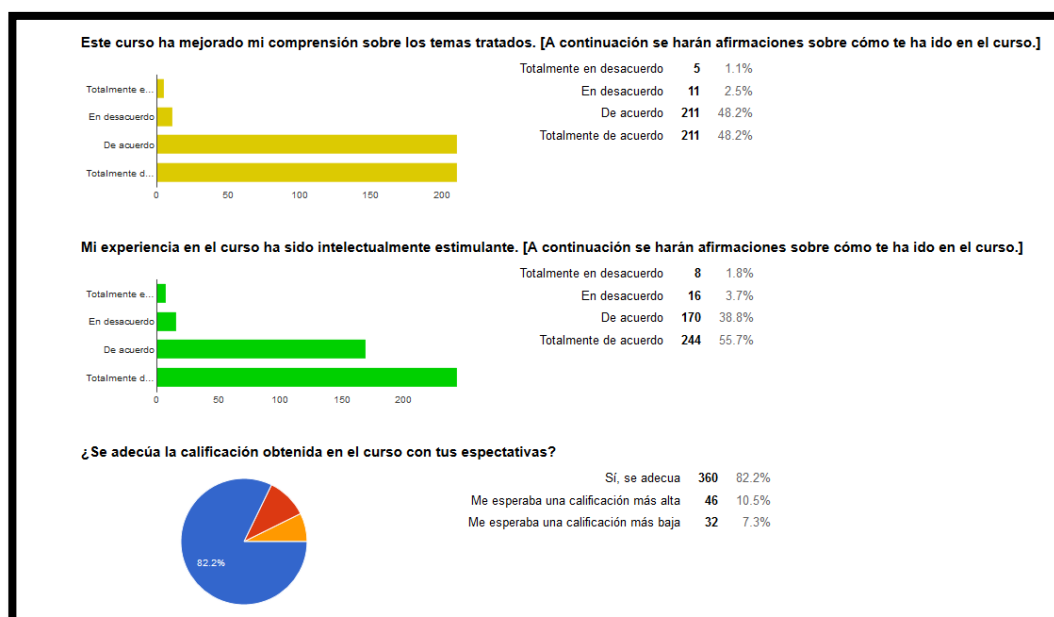


Figura 35: Acceso a la encuesta de satisfacción del curso. Resultados.

En caso contrario, se mostrará el mensaje especificado en la *Figura 36*.

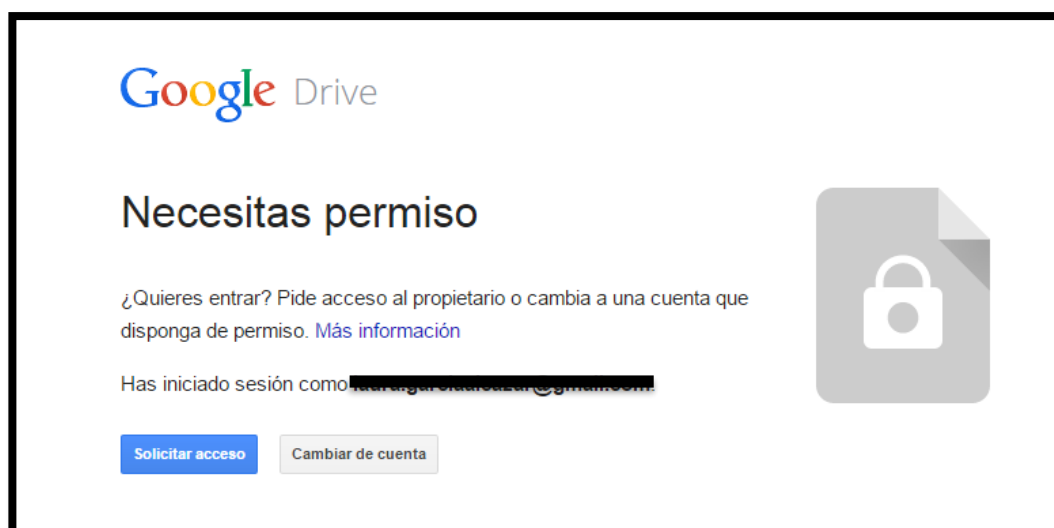


Figura 36: Acceso a la encuesta de satisfacción del curso. Mensaje de error.

Información de gráfico

Cada gráfico del cuadro de mando tiene asociada una breve descripción sobre la información que muestra.

1. Sitúa el cursor sobre la cabecera de una ventana gráfica, de manera que se muestre la descripción del gráfico, como se observa en la *Figura 37*.

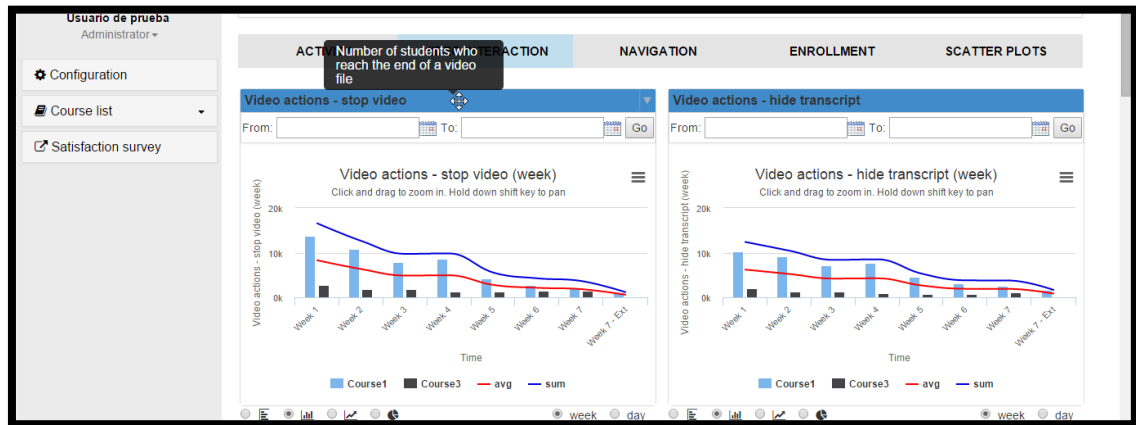


Figura 37: Información de gráfico

Desplazamiento y ocultamiento de ventanas

1. Sitúa el cursor sobre la cabecera de un gráfico señalada en azul, de manera que se muestre el cursor de desplazamiento

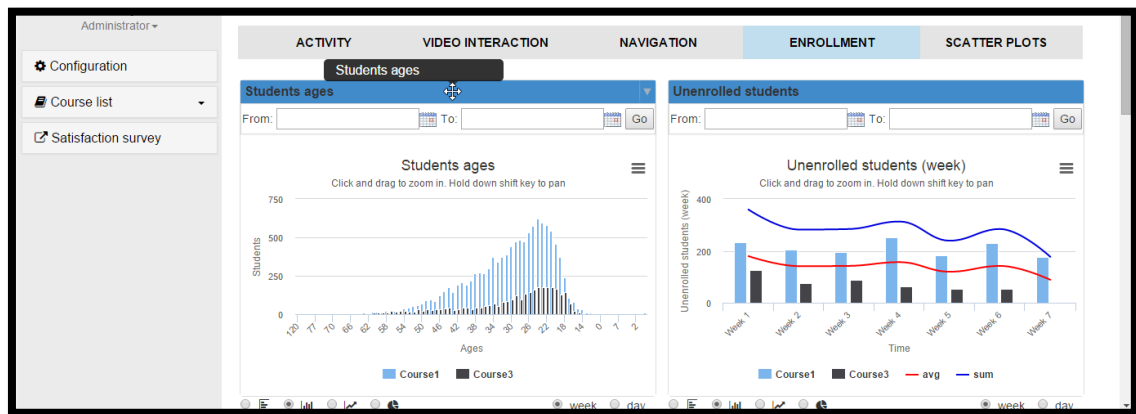


Figura 38: Cursor sobre cabecera de un gráfico

2. Manteniendo el gráfico pulsado, desplázalo hacia la derecha, izquierda, arriba o abajo, siempre junto a otro gráfico, de manera que se muestre el área de origen y el área de destino donde se va a colocar el gráfico cuando se suelte.

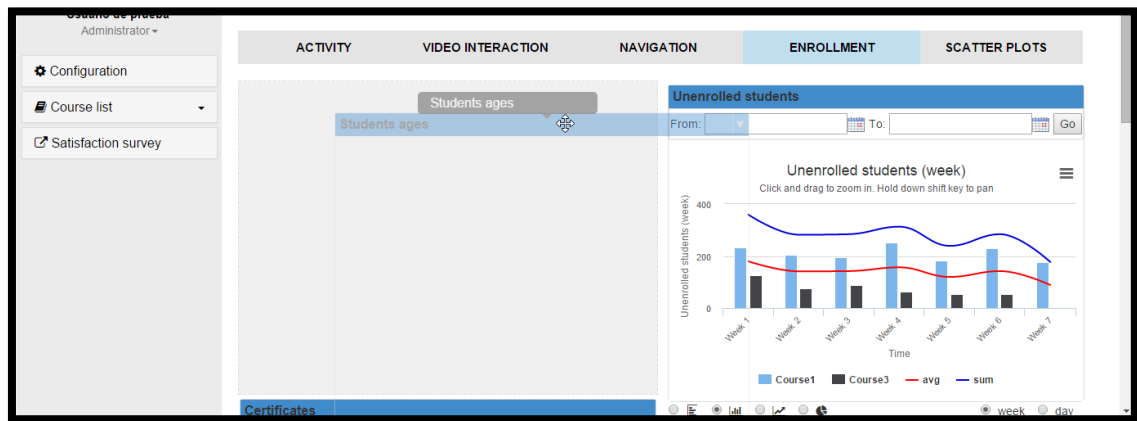


Figura 39: Desplazamiento del gráfico 1 de 2



Figura 40: Desplazamiento del gráfico 2 de 2

3. Suelta el gráfico. Este cambiará de lugar, y se mostrará oculto. Para guardar los cambios y mostrar el gráfico pulsa nuevamente sobre la cabecera, de manera que aparezca un mensaje indicando que los cambios han sido guardados.

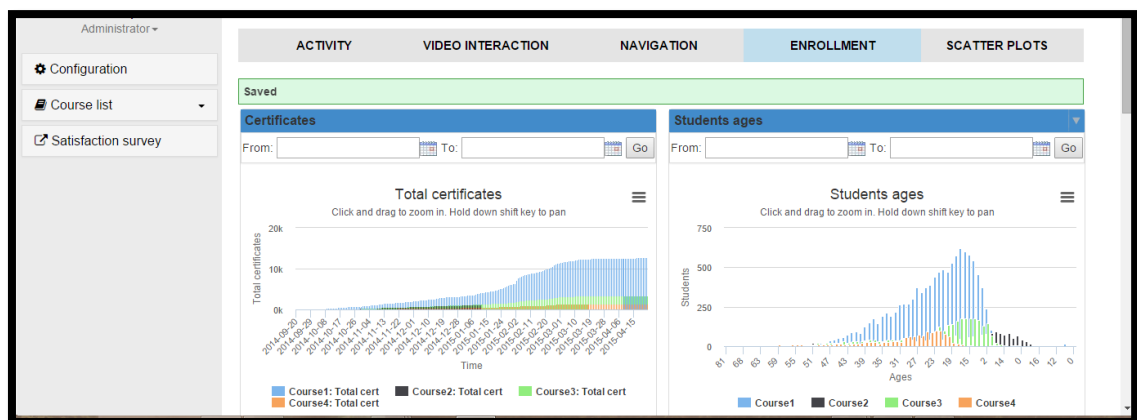


Figura 41: Actualización de la disposición de las ventanas gráficas

Información sobre media y suma de los cursos seleccionados

En cada una de las ventanas gráficas, además de mostrarse la información por unidad de tiempo, se muestra la información de la media y el acumulativo de los cursos que se han seleccionado en la pantalla de configuración.

1. Sitúa el cursor sobre la línea roja del gráfico para obtener el valor de la media de los cursos en un día determinado, y sobre la línea azul para obtener el valor acumulativo de los cursos en un día determinado, como se observa en la *Figura 42* y en la *Figura 43*.

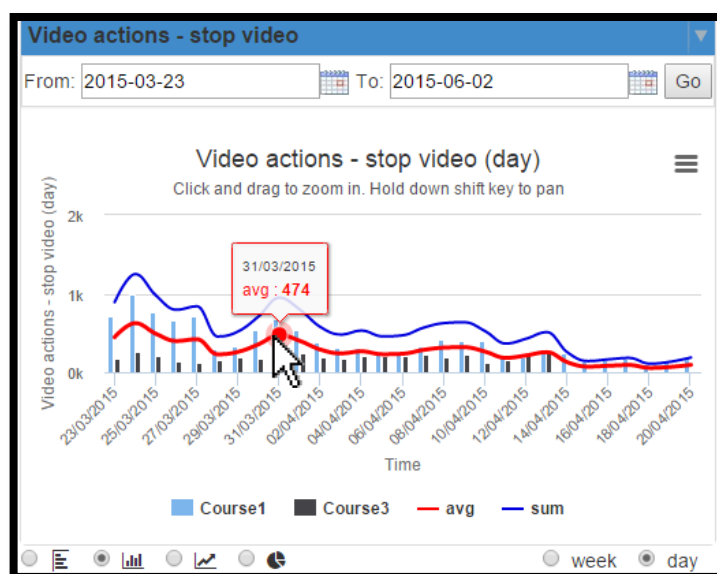


Figura 42: Información sobre media de los cursos en un día

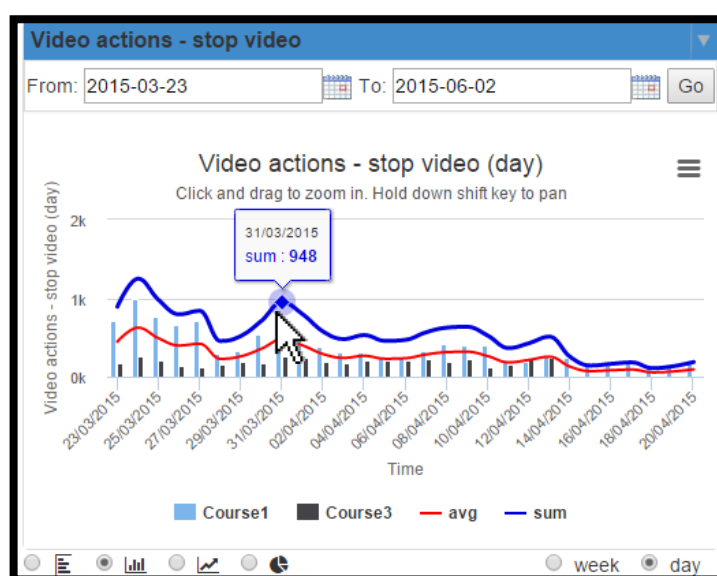
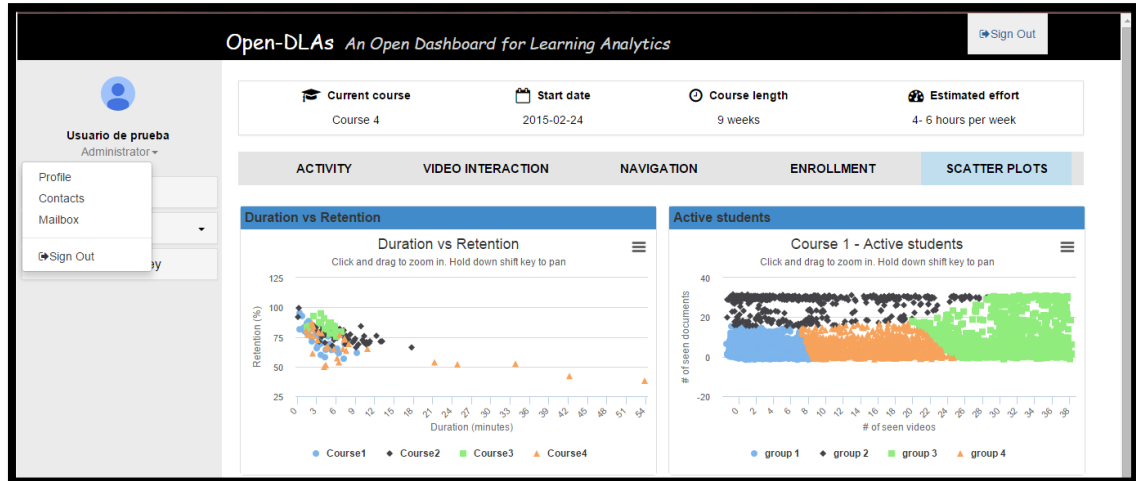


Figura 43: Información sobre suma de los cursos en un día

Abandono del sistema

1. Para abandonar el sistema dirígete al enlace ‘Sign Out’ situado en la barra superior, o en la barra lateral, dentro de la información del usuario.



2. Pulsa sobre el enlace, de manera que se muestre el mensaje de la *Figura 44*.

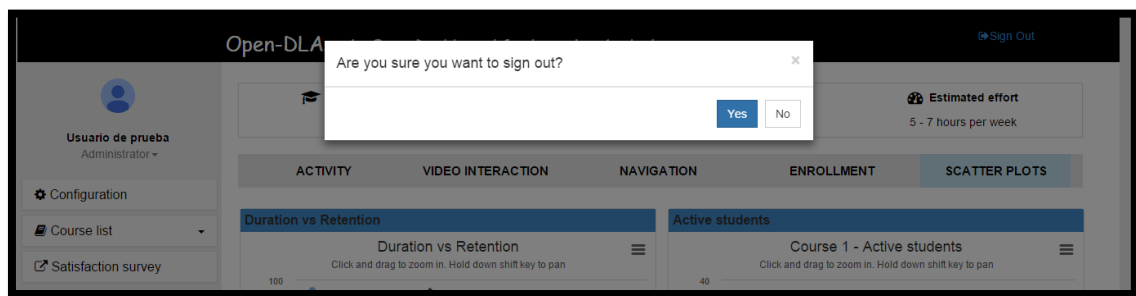


Figura 44: Abandono del sistema. Mensaje de confirmación

3. Confirma que deseas salir, de manera que la herramienta de redirija nuevamente a la pantalla de acceso.

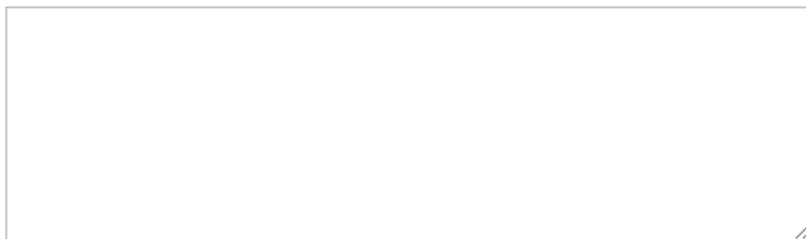
C Encuesta de usabilidad y de evaluación del servicio

Encuesta de usabilidad

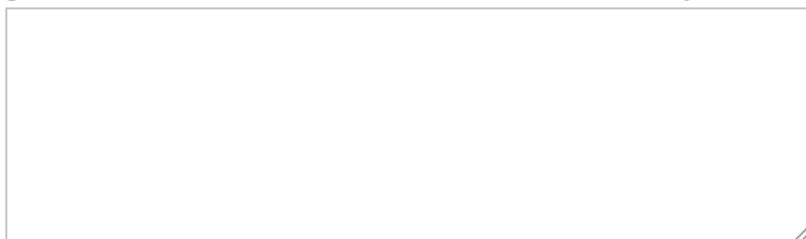
Basada en el cuestionario WAMMI

	1 - En completo desacuerdo	2	3	4	5 - Completamente de acuerdo
Esta consola me muestra información de interés sobre el progreso del curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esta consola me muestra información de interés sobre el estado final del curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es fácil moverse por la consola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo encontrar rápidamente lo que quiero en esta consola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La consola tiene suficientes explicaciones de contexto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los controles de la consola son intuitivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es fácil utilizar la consola por primera vez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sale lo que espero cuando sigo los vínculos de la consola	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resulta fácil de entender cómo encontrar los datos en la consola según el contexto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Cuáles crees que son las mejores características de esta consola, y por qué?



¿Qué característica o características de esta consola crees que debe mejorarse, y por qué?



Continuar »



Encuesta de evaluación del servicio

Los controles que facilita la interfaz me ayudan a manipular los datos y alcanzar un mejor entendimiento sobre ellos

Selector de fechas, selector de tipo de gráfico, selector de unidad de tiempo, ampliación y desplazamiento en un gráfico

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

Los mecanismos de personalización del servicio, así como la persistencia de los cambios, me permiten organizar la interfaz de acuerdo con mis preferencias

Desplazamiento y ocultamiento de ventanas, lista de acceso rápido a los cursos

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

Poder disponer de diferentes vistas de la información me permite desarrollar una visión más completa sobre mi curso y de cómo mejorarlo

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

Me resulta interesante la integración de distintas fuentes de información

Base de datos, encuesta de satisfacción del curso

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

La posibilidad de exportar gráficos en formato de imagen y de texto me resulta útil a la hora de elaborar informes y de analizar los datos de manera personalizada

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

La consola muestra las actividades desarrolladas por los usuarios de forma comprensible y sencilla

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

La posibilidad de visualizar datos de diferentes cursos en un mismo gráfico me resulta útil para poder compararlos

1 2 3 4 5

En completo desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Completamente de acuerdo

¿Facilita esta herramienta en algo tu trabajo? Si es así, ¿cómo?

Respecto al tutorial aportado junto a la encuesta

¿Cuánto tiempo te tomó realizar todas las tareas?

- ☐ Menos de 10 minutos
- ☐ Aproximadamente 10 minutos
- ☐ Más de 10 minutos

¿Te resultó sencillo realizar las tareas?

- ☐ Sí
- ☐ No

Si la respuesta anterior es no, ¿Por qué?

¿Cuántas de las tareas has llevado acabo con éxito?

- ☐ Las tres tareas propuestas
- ☐ Dos tareas
- ☐ Una tarea
- ☐ Ninguna

Comentarios adicionales

[« Atrás](#)

[Enviar](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

100%: has terminado.

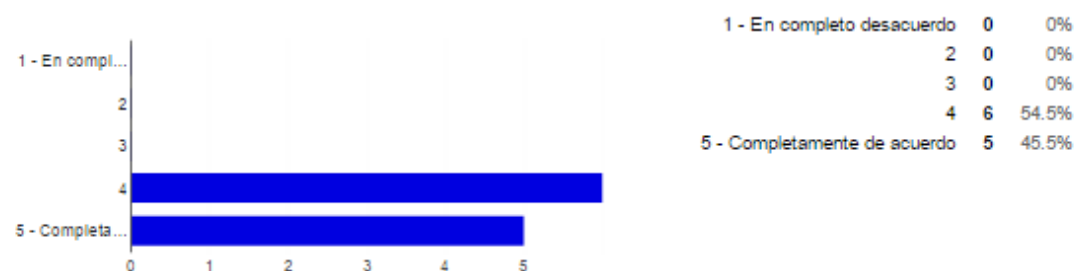
D Resultados de la encuesta

11 respuestas

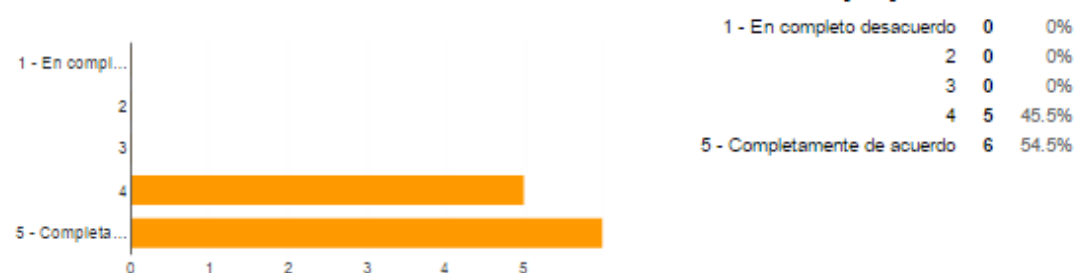
[Ver todas las respuestas](#) [Publicar datos de análisis](#)

Resumen

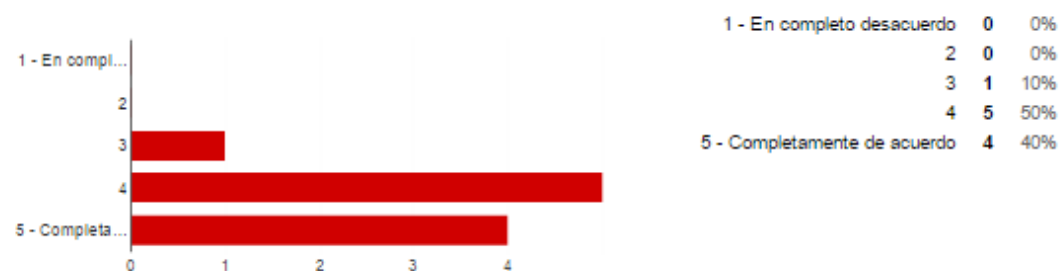
Esta consola me muestra información de interés sobre el progreso del curso [null]



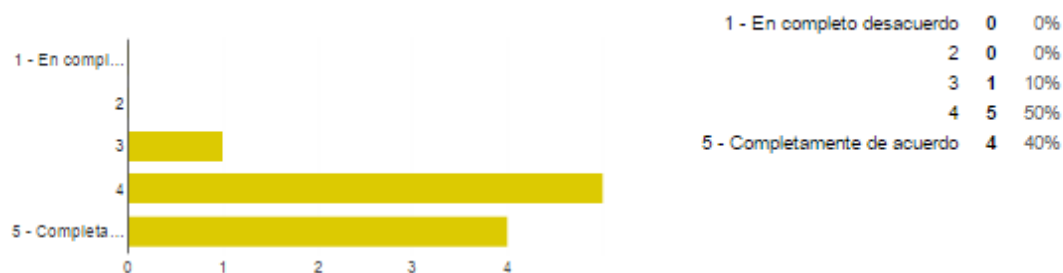
Esta consola me muestra información de interés sobre el estado final del curso [null]



Es fácil moverse por la consola [null]



Puedo encontrar rápidamente lo que quiero en esta consola [null]



La consola tiene suficientes explicaciones de contexto [null]



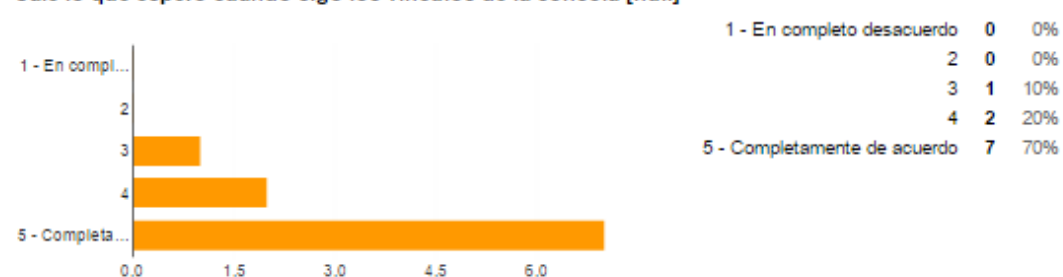
Los controles de la consola son intuitivos [null]



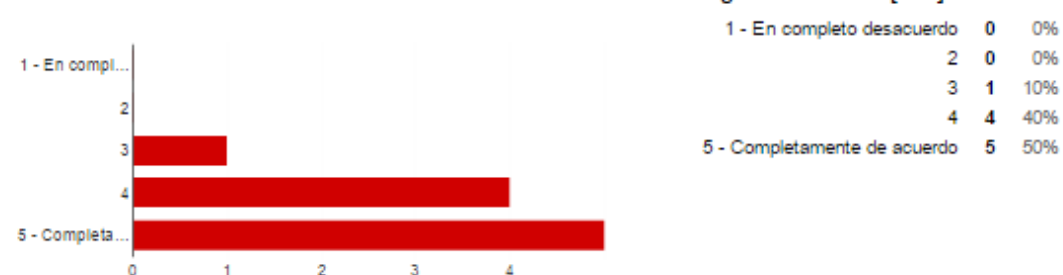
Es fácil utilizar la consola por primera vez [null]



Sale lo que espero cuando sigo los vínculos de la consola [null]



Resulta fácil de entender cómo encontrar los datos en la consola según el contexto [null]



¿Cuáles crees que son las mejores características de esta consola, y por qué?

Diseño muy cuidado. Gráficas muy bien, con colores que no dañan a la vista y configurables para las necesidades de cada situación (ocultar/mostrar ciertos cursos, la suma de estos, la media, ...). Buena organización de los contenidos. Mucha información analizada y mostrada.

Tener todos los datos centralizados, con diferentes visualizaciones

Los controles de presentación sobre los datos.

Creo que es muy completa e intuitiva y un gran avance respecto a los datos planos, que era lo que teníamos hasta el momento.

La amplia variedad de posibilidades sobre la información disponible.

Obtener detalles de información sobre los puntos de los gráficos. Navegación muy intuitiva, un menú lateral y horizontal claro y objetivo.

* Facilidad de uso. * Capacidad de visualización de forma sencilla la compleja información de interacción de los moocs.

Rápida Intuitiva Da mucha información de golpe Muy útil para un administrador que tiene que analizar varios cursos contrareloj

Permite hacerse una idea de un vistazo sobre cómo han funcionado los materiales, la respuesta del alumnado y comparar con otros MOOC También valoro que se pueden ver los resultados de diversas formas (círculos, barras etc), por lo que cada cual busca la que le resulta más fácil, a la que está más acostumbrado

¿Qué característica o características de esta consola crees que debe mejorarse, y por qué?

Sería deseable contar con un gráfico adaptable en el que se pudieran representar cantidades diseñadas por el profesor. A veces es interesante representar una cantidad normalizada o relativa al valor de otra.

Desde el punto de vista de usabilidad algún detalle mejorable es el acceso a la configuración. En concreto: - Cuando accedes a configuración deberían aparecer marcados los cursos que el usuario tiene seleccionados. - Tampoco me queda claro para qué hace falta marcar un curso por defecto. Tal vez donde pone current course podría poner "current courses" y dar la información global de todos los que se han seleccionado. - También haría que cuando das a update te fuera directamente al dashboard general, si no el usuario se queda sin saber dónde pinchar.

Cuando seleccionas Social Actions, Students Actions, etc; no aparece un icono de ratón como el que estamos acostumbrados sino que aparece un icono de arrastrar o cambiar de tamaño. Esto puede inducir a error pero es más un detalle sin importancia.

Poder añadir nueva funcionalidad, y cambiar determinadas acciones para que sean más usables, por ejemplo la forma de guardar los cambios (que sea pinchando encima del título de la gráfica es un poco raro)

No soy un experto. Me parece que así está muy conseguida

Aunque se seleccione un curso en el panel izquierdo, las gráficas siguen mostrando la información del resto de cursos. No se mantiene el curso seleccionado al moverse entre secciones (i.e., Activity -> Video Interactions). En Scatter Plots, la gráfica Active Students no se actualiza con el curso seleccionado.

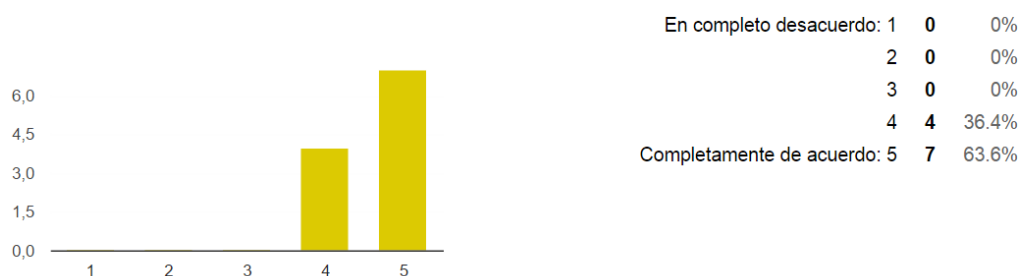
Quisiera ocultar ciertas ventanas y diseñar mis propios indicadores combinando variables.

información también en castellano, poder cambiar de idioma :)

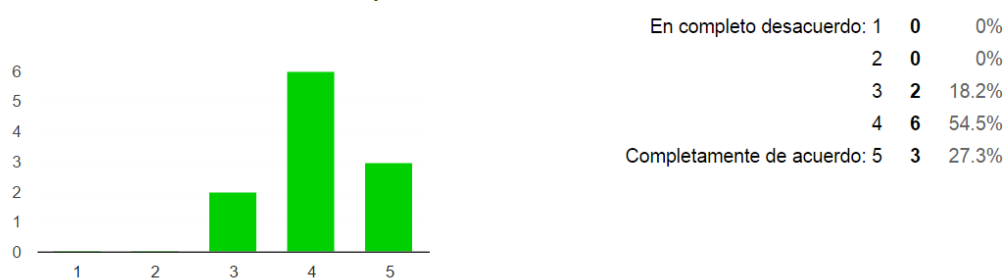
Explicaciones más claras del contexto de cada gráfica, principalmente la de SCATTER PLOTS. Además poder comparar las diferentes gráficas de una misma categoría de información, para sacarse conclusiones más ricas.

Encuesta de evaluación del servicio

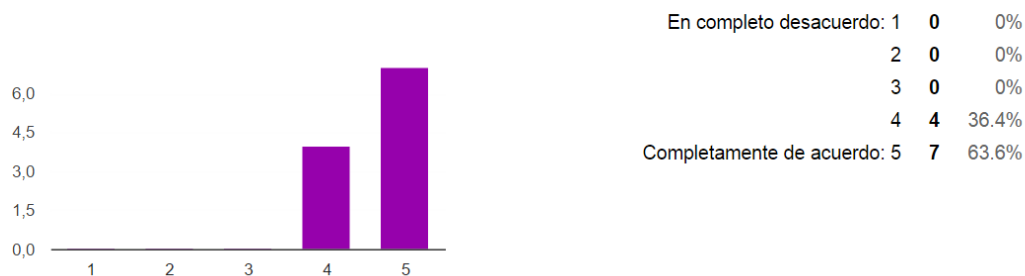
Los controles que facilita la interfaz me ayudan a manipular los datos y alcanzar un mejor entendimiento sobre ellos



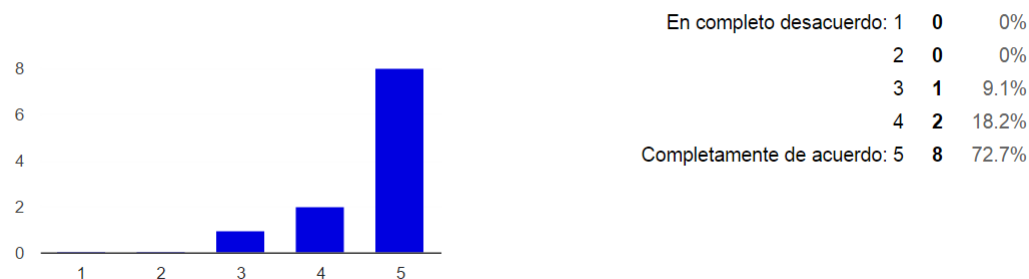
Los mecanismos de personalización del servicio, así como la persistencia de los cambios, me permiten organizar la interfaz de acuerdo con mis preferencias



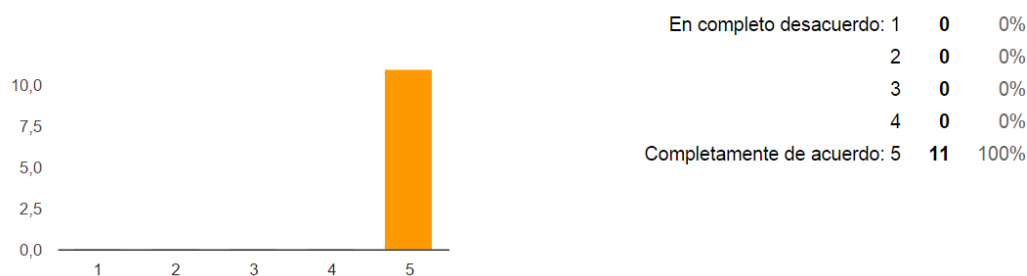
Poder disponer de diferentes vistas de la información me permite desarrollar una visión más completa sobre mi curso y de cómo mejorarlo



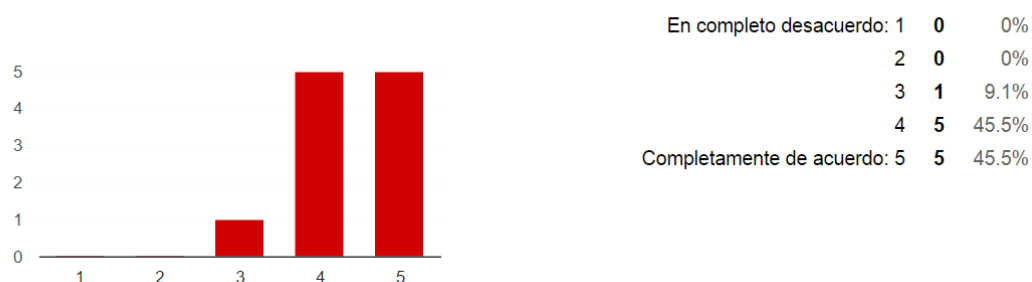
Me resulta interesante la integración de distintas fuentes de información



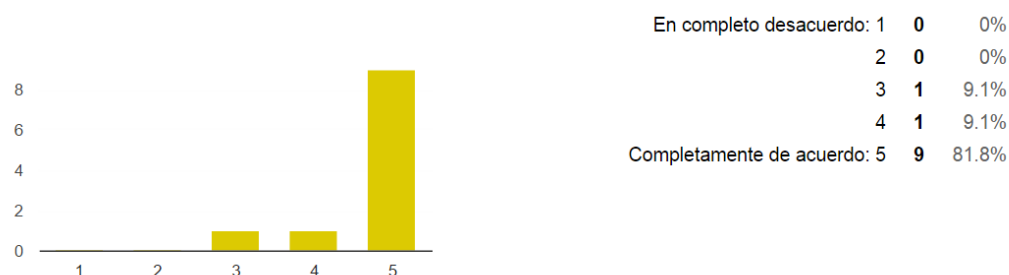
La posibilidad de exportar gráficos en formato de imagen y de texto me resulta útil a la hora de elaborar informes y de analizar los datos de manera personalizada



La consola muestra las actividades desarrolladas por los usuarios de forma comprensible y sencilla



La posibilidad de visualizar datos de diferentes cursos en un mismo gráfico me resulta útil para poder compararlos



¿Facilita esta herramienta en algo tu trabajo? Si es así, ¿cómo?

Esta herramienta mejora enormemente el análisis de los datos de navegación, acciones, interacciones de vídeo ...

Me permite explorar rápidamente el estado de los cursos e identificar momentos críticos del proceso para centrar mi esfuerzo en mejorarlos.

Si, facilita mucho sacar acceder de forma rápida, sencilla y personalizada a las consultas de los datos de los cursos y exportar esta visión consultado a diferentes formatos para presentación y reutilización de la información. También ayuda tenerlo todo a mano para comparar diferentes visiones y diferentes gráficas sobre una categoría específica, para profundizar los analisis y entender las correlaciones entre los diferentes indicadores, haciendo con que se entienda mejor el fenómeno del curso y sus características de éxito. Además es una herramienta muy visual (un verdadero dashboard) pensado para uso de directivos y docentes sin conocimientos informáticos. Posee una velocidad de procesamiento suficiente por ser una herramienta web.

Es una herramienta muy útil para poder analizar el progreso de los cursos. Sobre todo teniendo en cuenta que la plataforma de edx es muy limitada.

Se puede obtener mucha información rápidamente y de forma sencilla que supondría un coste en desarrollo de algoritmos para la clasificación de información.

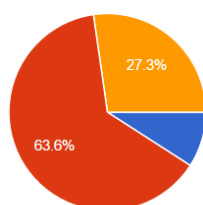
Pues sí. Sobre todo, una vez que se ha impartido el curso, a la hora de ver cómo han funcionado los materiales y cómo han respondido los alumnos

Me lo facilita mucho Veo que esta herramienta sería genial tenerla en la version de open EdX de la UAM para ayudar a ver lo que sucede con los alumnos a todos los profesores que utilicen esta plataforma en un proyecto de innovacion docente Y por supuesto es muy útil para los miembros de la oficina UAMx

Sí. Es una forma rápida de obtener datos y compararlos. Es muy útil para mejorar futuros cursos e incluso para que profesores sin experiencia en informática puedan acceder a sus datos sin tener que procesarlos a mano.

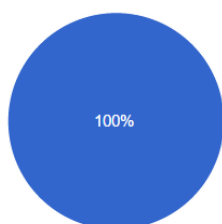
Respecto al tutorial aportado junto a la encuesta

¿Cuánto tiempo te tomó realizar todas las tareas?



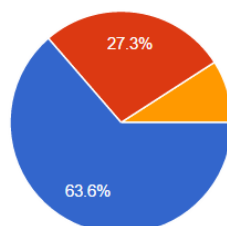
Menos de 10 minutos	1	9.1%
Aproximadamente 10 minutos	7	63.6%
Más de 10 minutos	3	27.3%

¿Te resultó sencillo realizar las tareas?



Sí	11	100%
No	0	0%

¿Cuántas de las tareas has llevado acabo con éxito?



Las tres tareas propuestas	7	63.6%
Dos tareas	3	27.3%
Una tarea	1	9.1%
Ninguna	0	0%

Comentarios adicionales

El siguiente comentario no es respecto a la herramienta, sino a las estadísticas mostradas. Entiendo que la herramienta puede configurarse fácilmente para mostrar unos datos u otros. En concreto, creo que harían falta más estadísticas relacionadas con: * Videos y documentos individuales * Notas * Ejercicios

Muy buena iniciativa. Enhorabuena por el proyecto y por la utilidad de la herramienta. Se nota que fue pensada sobre los criterios de la usabilidad y accesibilidad. Ya deseo trabajar con ella... Felicitaciones.